

**Министерство сельского хозяйства Российской
Федерации**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»
(ФГОУ ВО Смоленская ГСХА)



Рузанова Н.Г. Соловьева О.И. Курская Ю.А.

ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА ЖИВОТНЫХ

УЧЕБНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

СМОЛЕНСК, 2021

УДК636.032.12

ББК 45.31

Р - 83

Рецензенты:

Д.Н. Кольцов-кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, и. о. директора
ФГБНУ Смоленский НИИСХ

Машаров Ю.В. кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры биотехнологии и
ветеринарной медицины

Рузанова Н. Г.

Р-83 Ветеринарная генетика животных: учебно - практическое пособие /
Н.Г.Рузанова, О.И. Соловьева, Ю.А. Курская
,- Смоленск: ФГБОУ ВО «Смоленская ГСХА», 2021.- 100 с.

В учебно - практическом пособии рассмотрены теоритические основы генетики и методические основы расчета показателей наследственности и изменчивости признаков животных. Биометрические методы анализа хозяйственно-полезных признаков; закономерности наследования признаков при половом размножении; генетика популяций; изменчивость при наследовании качественных и количественных признаков у животных; хромосомная теория наследственности; цитологические основы наследственности; Примерные задачи для тренинга . Рекомендуемая литература литература. Глоссарий..

Составленное практическое пособие по дисциплине « Ветеринарная генетика» предназначено для бакалавров по направлению подготовки (специалитет) 38.05.01.Ветеринария: по направлению подготовки профиль(бакалавриат) Ветеринарная санитарная экспертиза 36.03.01:может быть использована по направлению подготовки (бакалавриат)35.03.07 технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, по направлению подготовки(бакалавриат) Зоотехния 36.03.02. Рекомендуется для использования магистрантами сельскохозяйственных Вузов, изучающих вопросы генетики животных и для слушателей ФПК: специалистов ветеринарии, ветсанэкспертизы, зоотехнии, технологии переработки продукции сельскохозяйственного производства

Печатается по решению методического совета ФГБОУ ВО
«Смоленская ГСХА» протокол № _____ от 11 июня 2021 г.

© Рузанова Н.Г, Соловьева О.И. Курская Ю.А.
2021

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
Смоленская государственная сельскохозяйственная
академия», 2021

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования Московский аграрный
университет «МСХА им. К.А. Тимирязева»,2021

Содержание

Введение	4
1. Теоретическая часть	5
1.1. Основные открытия в истории генетики	5
1.2. Роль клетки в хранении и передаче наследственной информации	6
1.3. Передача наследственной информации в процессе размножения клеток	7
1.4. Передача наследственной информации при половом размножении	8
1.5. Законы Г. Менделя	9
1.6. Морфологическое строение хромосом	11
2. Методические основы расчета показателей изменчивости и наследственности	15
2.1. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков у животных	15
2.2. Определение селекционно-генетических параметров хозяйственно-полезных признаков у коров.	24
2.3. Показатели связи между признаками	27
2.4. Изменчивость при наследовании качественных и количественных признаков у животных	31
3. Закономерности наследования признаков при половом размножении	33
4. Генетика популяций	40
5. Хромосомная теория наследственности	43
6. Генетика пола. Механизм детерминации пола	50
7. Молекулярные основы наследственности	53
8. Цитологические основы наследственности	59
Примерные задачи для тренинга	68
Генетика, наука о наследственности и изменчивости. Материалы для самостоятельной работы	82
Литература	84
Глоссарий	86
Приложения	92

Введение

Изучение вопросов генетики животных предусматривает, прежде всего, изучение закономерностей Г. Менделя и Т. Моргана в приложении к наследованию признаков у животных как количественных, так и качественных. Важно подчеркнуть, что методы разведения животных по своей сути изменяют наследственность только в плане повышения или снижения изменчивости хозяйственно - полезных признаков у домашних животных.

Консолидация признаков при чистопородном разведении приводит к созданию в породе очень схожих как по генотипу, так и по фенотипу животных. Это в свою очередь обеспечивает однотипное проявление продуктивных показателей у сельскохозяйственных животных.

Одним из этих факторов является генотип животных, который формируется под влиянием закономерностей наследования признаков по Г. Менделю и Т. Моргану. Это очень заметно при свободном размножении популяций.

Ведущее направление в АПК имеет молочное и мясное скотоводство, свиноводство, птицеводство, овцеводство и козоводство. Эти отрасли обеспечивают перерабатывающие предприятия Российской Федерации отличным сырьем.

Задача предприятий по переработке получение продуктов питания хорошего качества в соответствии с ГОСТ.

Студенты, по направлению подготовки 35.03.01- Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции должны получить знания о факторах, которые влияют на качество сырья для переработки.

В практическом пособии рассмотрены основные вопросы генетики животных, которые представлены следующими темами: биометрические методы анализа хозяйственно-полезных признаков; закономерности наследования признаков при половом размножении; генетика популяций; изменчивость при наследовании качественных и количественных признаков у животных; хромосомная теория наследственности; цитологические основы наследственности; примерные задачи для тренинга и методика их решения; литература; глоссарий.

Материалы изложены в следующей структуре: тема, цель, методические указания, задания и формы их выполнения, предусмотрен анализ полученных данных и их обсуждение. Проведение расчетов по алгоритмам предусмотрено как в условиях аудитории, так и самостоятельно в рамках внеаудиторной работы.

Это позволит знать цитологические и молекулярные основы наследственности, закономерности наследования при внутривидовой гибридизации, хромосомную и цитоплазматическая теорию наследственности, изменчивость, полиплоидию, отдаленную гибридизацию и уметь решать типовые задачи по генетике животных

1. Теоретическая часть

1.1. Основные открытия в истории генетики

Работы Г. Менделя по гибридизации растений – первый научный шаг в изучении наследственности (1856–1865 гг) В1865 г. вышла в свет работа Г. Менделя «Опыты над растительными гибридами», в которой изложены закономерности наследования, открытые им в результате восьмилетних исследований на различных сортах гороха. (

Г. Де Фриз и К. Чермак, проводя эксперименты на различных объектах, заново открыли основные законы наследования признаков, открытые Г. Менделем (1900 г.)

Т. Морган сформулировал хромосомную теорию наследственности в ее первом представлении. (1911 г.)

Н.И. Вавилов сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости. (1920 г.)

Расшифрована структура ДНК Ф. Криком и Д. Уотсоном (1953 г.) 1955–1960 г.г. Выяснение природы генетического материала и основных закономерностей сохранения генетической информации, ее передачи и реализации в молекулярные признаки (белки)

Американским биохимикам Р. Холи, Х. Коранс, М. Ниренбергу присуждена Нобелевская премия за расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белка.(1968 г.)

Первые геномные проекты и начало и начало их реализации. Механизмы регуляции генной активности, проблемы генетического контроля за формирование признаков. Развитие медицинских аспектов генетики.(1980–1990 г. г.)

Первое клонированное животное (овечка Долли), полученное из ядра взрослой соматической клетки; собственное ядро ооцита было заменено на ядро клетки из культуры эпителиальных клеток молочной железы взрослой лактирующей овцы. (1997 г.)

Первые расшифрованные геномы прокариот (бактерий) и эукариот. (1990–2000 г.г.)

Создание трансгенных организмов. Расшифрован геном человека. Этические проблемы использования генетических технологий.(2001 г.)

1.2. Роль клетки в хранении и передаче наследственной информации

Роль ядра и органелл цитоплазмы в передаче наследственной информации.

Ядро(лат. **nucleus**) осуществляет две группы общих функций: одну, связанную собственно с хранением генетической информации, другую – с ее реализацией с обеспечением синтеза белка.

В первую группу входят процессы, связанные с поддержанием информации в виде неизменной структуры ДНК. Важно, чтобы молекулы ДНК передавались из поколения в поколение стабильными, а поскольку это невозможно в силу мутагенеза, существуют репарационные механизмы на молекулярном уровне, т.е. самовосстановление первичной структуры. Существует световая и темновая репарации: при облучении видимым светом (УФ) активируется фермент, восстанавливающий первичную структуру ДНК за счет расщепления образовавшихся в мутированной молекуле димеров пиримидиновых оснований.

При темновой репарации происходит вырезание димеров пиримидинов с помощью эндонуклеазы, далее к интактной цепи ДНК присоединяются комплементарные нуклеотиды и цепь сливается лигазами с получением исходной структуры.

Чтобы дочерние клетки при делении (митозе) получили совершенно одинаковые в количественном и качественном отношении объемы генетической информации, в ядре должна пройти редупликация молекул ДНК, что и наблюдается в S-периоде интерфазы.

Во время образования половых клеток происходят рекомбинации генетической информации, что обеспечивает их генетическую разнородность при одинаковом количественном объеме (кроссинговер при редукционном делении).

Далее, в функции ядра входит распределение генетической информации между дочерними клетками

Для реализации генетической информации требуется создание собственно аппарата белкового синтеза. Это включает синтез на молекулах ДНК разных информационных РНК, транспортных и рибосомальных РНК. Кроме того в ядре эукариотических клеток происходит образование субъединиц рибосом путем образования комплексов рибосомных белков и рибосомных РНК, которые затем переходят в цитоплазму и на мембраны ЭПС, где и функционируют. Коллинеарно генетическому коду, через транскрипцию и трансляцию, конечным результатом реализации генетической информации является синтез полипептидных цепей в рибосоме.

Такая одно направленность и универсальность может быть представлена в виде схемы, известной как «центральная догма молекулярной биологии» ДНК:

ДНК → репликация → ДНК → транскрипция → РНК → трансляция → полипептид → эпигенез → белок → признак.

Таким образом, ядро представляет собой не только вместилище генетической информации (хорошо защищенной ядерной мембраной), но и место где этот материал воспроизводится и функционирует. Поэтому выпадение или нарушение любой из перечисленных функций губительно для клетки в целом. Нарушение репарационных процессов будет приводить к изменению первичной структуры белков до несвойственных данной клетке, что проявится в виде патологии или гибели.

Важнейшая роль цитоплазмы — объединение всех клеточных структур (компонентов) и обеспечение их химического взаимодействия. Она выполняет и другие функции, в частности, поддерживает тургор клетки.

В процессе реализации заключенной в ядерных генах генетической информации важную роль играет цитоплазма клетки. Именно в цитоплазме осуществляется синтез белковых молекул на основе информации, закодированной в молекулах ядерной ДНК. Одновременно некоторые структурные элементы цитоплазмы могут хранить и передавать по наследству определенную долю генетической информации, не связанной с ядром. **Такой способ передачи генетической информации называется цитоплазматической, или нехромосомной, наследственностью.**

Цитоплазматическая наследственность связана с действием генов, локализованных в таких элементах цитоплазмы, которые содержат ДНК, способны к автономной репликации и равномерному распределению между дочерними клетками. Важнейшими из них являются пластиды, митохондрии и плазмиды.

1.3. Передача наследственной информации в процессе размножения клеток

Митотический цикл и митоз. Под малым увеличением микроскопа находят на продольном срезе зону, в которой имеется много делящихся клеток. Она расположена, несколько отступя от конца корешка. Затем переводят микроскоп на большое увеличение и находят различные фазы митоза. Процесс митоза принято подразделять на четыре основные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Так как он непрерывен, смена фаз осуществляется плавно — одна незаметно переходит в другую. В профазе увеличивается объем ядра, и вследствие спирализации хроматина

формируются хромосомы. К концу профазы видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид. Постепенно растворяются ядрышки и ядерная оболочка, и хромосомы оказываются беспорядочно расположенными в цитоплазме клетки. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Формируется ахроматиновое веретено деления, часть нитей которого идет от полюса к полюсу, а часть — прикрепляется к центромерам хромосом. Содержание генетического материала в клетке остается неизменным ($2n$).

В метафазе хромосомы достигают максимальной спирализации и располагаются упорядоченно на экваторе клетки, поэтому их подсчет и изучение проводят в этот период. Содержание генетического материала не изменяется ($2n$). В анафазе каждая хромосома «расщепляется» на две хроматиды, которые с этого момента называются дочерними хромосомами. Нити веретена, прикрепленные к центромерам, сокращаются и тянут хроматиды (дочерние хромосомы) к противоположным полюсам клетки. Содержание генетического материала в клетке у каждого полюса представлено диплоидным набором хромосом, но каждая хромосома содержит одну хроматиду ($4n$). В телофазе расположившиеся у полюсов хромосомы деспирализуются и становятся плохо видимыми. Вокруг хромосом у каждого полюса из мембранных структур цитоплазмы формируется ядерная оболочка, в ядрах образуются ядрышки. Разрушается веретено деления. Одновременно идет деление цитоплазмы. Дочерние клетки имеют диплоидный набор хромосом, каждая из которых состоит из одной хроматиды ($2n$).

1.4. Передача наследственной информации при половом размножении

На препаратах яичников взрослых кроликов половые клетки – ооциты находятся на стадиях диплотены и диакинеза, которые и следует изучить. При рассмотрении под малым увеличением микроскопа препарата можно найти растущий фолликул, окруженный двумя или несколькими слоями фолликулярного эпителия, но не имеющий внутренней полости. В профазе мейоза I происходит постепенная спирализация хроматина с образованием хромосом. Гомологичные хромосомы сближаются, образуя общую структуру, состоящую из двух хромосом (бивалент) и четырех хроматид (тетрада). Соприкосновение двух гомологичных хромосом по всей длине называется конъюгацией. Затем между гомологичными хромосомами появляются силы отталкивания, и хромосомы сначала разделяются в области центромер, оставаясь соединенными в области плеч, и образуют перекресты (хиазмы). Расхождение хроматид постепенно увеличивается, и перекресты смещаются к

их концам. В процессе конъюгации между некоторыми хроматидами гомологичных хромосом может происходить обмен участками — кроссинговер, приводящий к рекомбинации генетического материала. К концу профазы растворяются ядерная оболочка и ядрышки, формируется ахроматиновое веретено деления. Содержание генетического материала остается прежним ($2n2xр$). В метафазе мейоза I биваленты хромосом располагаются в экваториальной плоскости клетки. В этот момент спирализация их достигает максимума. Содержание генетического материала не изменяется ($2n2xр$). В анафазе мейоза I гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, окончательно отходят друг от друга и расходятся к полюсам клетки. Следовательно, из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна — число хромосом уменьшается вдвое (происходит редукция). Содержание генетического материала становится $1n2xр$ у каждого полюса. В телофазе происходит формирование ядер и разделение цитоплазмы — образуются две дочерние клетки. Дочерние клетки содержат гаплоидный набор хромосом, каждая хромосома — две хроматиды ($1n2xр$).

1.5. Законы Г. Менделя

При изучении наследования признаков путем гибридологического анализа берут гомозиготных особей по изучаемым признакам, проверенных на чистоту генетического материала. Для эксперимента взяли самок дикой расы дрозофилы, имеющей доминантный признак (длинные крылья), и самца мутантной линии имеющей рецессивный признак (зачаточные крылья). Особи, имеющие одинаковые гены аллельной пары (AA,aa), полученные от матери и отца, называются гомозиготными. При размножении таких особей расщепления не происходит. Особи, имеющие разные гены аллельной пары (Aa), называются гетерозиготными. При размножении гетерозиготных особей происходит расщепление признаков. Первый закон Менделя. При скрещивании гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга одной или несколькими парами аллельных генов, все первое поколение гибридов фенотипически и генотипически единообразно и имеет доминантный признак. Все потомство мух в реципрокных скрещиваниях имеет длинные крылья, т.к гены, контролирующие развитие изучаемого признака, находятся в соматических хромосомах, а поэтому не имеет значения, кто из родителей имеет тот или иной признак. Второй закон Менделя. При скрещивании

гетерозиготных особей первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление признаком в соотношении 3 доминантных : 1 рецессивный. Расщепление по генотипу составляет 1:2:1, т.е. 1 гомозиготный доминант к 2 гетерозиготным и к 1 рецессивному. Для дигибридного скрещивания берут линии с аутосомными рецессивными мутациями, гены которых находятся в разных хромосомах. Кроме указанных выше линий, для дигибридного скрещивания можно использовать и другие: черные с глазами цвета коновари, с нормальными крыльями и коричневыми глазами.

Третий закон Менделя (правило независимого наследования признаков) Генетически обусловленные признаки наследуются независимо друг от друга, сочетаясь во всей возможных комбинациях (исключение – наследование сцепленных признаков). Не смешивание аллелей каждой пары альтернативных признаков в гаметах гибридного организма называют чистой гаметой. В основе этого явления лежит механизм мейоза.

Пример первого и второго законов Менделя

Задача 1 Ген черной масти у крупнорогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство F₁ получится от скрещивания чистопородного черного быка с красными коровами? Какое потомство F₂ получится от скрещивания между собой гибридов? Решение А – ген черной масти, а – ген красной масти. 1. Красные коровы несут рецессивный признак, следовательно, они гомозиготны по рецессивному гену и их генотип – aa. 2. Бык несет доминантный признак черной масти и является чистопородным, т.е. гомозиготным. Следовательно, его генотип – AA. 3. Гомозиготные особи образуют один тип гамет, поэтому черный бык может продуцировать только гаметы, несущие доминантный ген А, а красные коровы несут только рецессивный ген а. 4. Они могут сочетаться только одним способом, в результате чего образуется единообразное поколение F₁ с генотипом Aa. 5. Гетерозиготы с равной вероятностью формируют гаметы, содержащие гены А и а. Их слияние носит случайный характер, поэтому в F₂ будут встречаться животные с генотипами AA (25%), Aa (50%) и aa (25%), то есть особи с доминантным признаком будут составлять примерно 75%. Ответ: При скрещивании чистопородного черного быка с красными коровами все потомство будет черного цвета. При скрещивании между собой гибридов F₁ в их потомстве (F₂) будет наблюдаться расщепление: 3/4 особей будет черного цвета, 1/4 – красного.

1.6. Морфологическое строение хромосом

Строение хромосом. Диплоидное число хромосом у домашних свиней равно 38 (19 пар гомологичных хромосом). Обратите внимание на то, что каждая хромосома на этом рисунке расщеплена вдоль по всей длине на две хроматиды. Согласно классификации В.Н.Тихонова и А.И.Трошиной, по длине и положению центромеры хромосомы свиньи подразделяют на 4 группы (А, В, С, D) В диплоидном наборе соматических клеток крупного рогатого скота содержится 60 хромосом (30 пар). На хорошо изготовленных препаратах и при удачном выборе метафазной пластинки подсчет хромосом не вызывает затруднения. Однако классификация хромосом трудна, т.к. аутосомы (29 пар) не отличаются друг от друга по положению центромеры. Все они относятся к акроцентрикам. Поэтому на практических занятиях следует ограничиваться лишь подсчетом числа хромосом и выявлением субметацентрических половых хромосом. Хромосома - постоянный компонент ядра, отличающийся особой структурой, индивидуальностью, функцией и способностью к самовоспроизведению, что обеспечивает их преемственность, а тем самым и передачу наследственной информации от одного поколения растительных и животных организмов к другому. Размеры хромосом у разных организмов варьируют в широких пределах. Длина хромосом может колебаться от 0,2 до 50 мкм. Число хромосом у различных объектов также значительно колеблется, но характерно для каждого вида животных или растений. Совокупность числа, величины и морфологии хромосом называется кариотипом данного вида. Хромосомы животных и растений представляют собой палочковидные структуры разной длины с довольно постоянной толщиной, у большей части хромосом удается легко найти зону первичной перетяжки, которая делит хромосому на два плеча. В области первичной перетяжки находится центромера, где расположен кинетохор. Некоторые хромосомы имеют вторичную перетяжку. В конце интерфазы каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид. Каждая из них, в свою очередь, состоит из двух половинок – полухроматид или хромонем. Хромонемы содержат уплотненные участки – хромомеры, которые в световом микроскопе имеют вид темноокрашенных гранул. Их число, положение и величина в обеих хроматидах одинаковы и для каждой хромосомы относительно постоянны. Расстояния между хромомерами называются межхромомерными участками. Когда говорят о морфологии хромосом, то принимают во внимание следующие признаки: длину плеч, положение центромеры, наличие вторичной перетяжки или спутника. Спутники разных хромосом отличаются по форме, величине и длине нити,

соединяющей их с основным телом. Спутник – это хромосомный сегмент, чаще всего гетерохроматический, расположенный дистально от вторичной перетяжки. По классическим определениям спутник – сферическое тельце с диаметром, равным диаметру хромосомы или меньше его, которое связано с хромосомой тонкой нитью. Выделяют следующие 5 типов спутников:

1. Микроспутники – сфероидальной формы, маленькие спутники с диаметром вдвое или еще меньше диаметра хромосомы; 2. макроспутники – довольно крупные формы спутников с диаметром, превышающим половину диаметра хромосомы; 3. линейные С. - спутники, имеющие форму длинного хромосомного сегмента. Вторичная перетяжка значительно удалена от терминального конца; 4. терминальные С. – спутники, локализованные на конце хромосомы; 5. интеркалярные С. – спутники, локализованные между двумя вторичными перетяжками.

2. Кариотипы сельскохозяйственных животных.

Анализ хромосом в клетках животных и растений разных видов позволил выявить ряд общих закономерностей, имеющих важное значение при изучении явлений наследственности и изменчивости. Установлено, что количество хромосом в клетках разных тканей одного вида одинаково. Например, у домашней мыши подсчитывали число хромосом в клетках костного мозга, селезенки, лимфатических узлов, печени, почек, зубной железы, пейеровых бляшек, роговицы, эпителия кишечника; все они содержали по 40 хромосом. Форма и размеры хромосом в пределах вида также постоянны. Каждая хромосома в клетке отличается от других хромосом по внешнему строению и функциональным особенностям, т. е. индивидуальностью, которая сохраняется от одной генерации клеток к другой и передается от родителей к потомкам.

В соматических клетках хромосомы парные, а набор хромосом в них диплоидный (2n). Пары одинаковых по форме и величине хромосом называют гомологичными. Парность хромосом возникает при слиянии (оплодотворении) мужской и женской половых клеток, которые содержат гаплоидный набор хромосом (n). Таким образом, к закономерностям строения хромосомных наборов можно отнести постоянство числа хромосом, парность, индивидуальность и непрерывность хромосом. Изучение хромосомных наборов у самцов и самок одного вида показывает, что различаются они только по одной паре хромосом. Их обозначают X (икс) и Y (игрек). Другими словами, хромосомы, по-разному представленные у двух полов и

противоположно участвующие в генетическом контроле половой дифференциации и половых функций, называют половыми хромосомами или гоносомами; хромосомы, одинаковые у разных полов, — аутосомами.

При анализе наборов хромосом в клетках разных видов были выявлены различия по числу хромосом или их строению либо те и другие одновременно. Совокупность количественных и структурных особенностей диплоидного набора хромосом вида получила название кариотипа. По определению С. Г. Навашина, кариотип — это структура — своеобразная формула вида. В кариотипе заложена генетическая информация особи, изменения которой влекут за собой изменения признаков и функций организма данной особи или ее потомства. Поэтому так важно знать особенности нормального строения хромосом, чтобы при возможности суметь выявить изменения в кариотипе.

Для анализа хромосом важное значение имеет микрофотографирование. Оно позволяет детально изучить морфологию, подсчитать число хромосом в метафазной пластинке, измерить каждую из них. После визуальной оценки, измерений хромосомы можно вырезать и разложить по парам гомологов (идиограмма) в порядке убывающей величины

Вторичная перетяжка, соединяющая спутник с телом хромосомы, способна к участию в процессе формирования и сборки ядрышек. Такая вторичная перетяжка поэтому называется еще ядрышковым организатором. Спутник вместе с вторичной перетяжкой составляют спутничные районы. Вторичные перетяжки могут быть у одних хромосом на длинном плече, у других - на коротком. Концевые участки хромосомы называют теломерами. Особенность их состоит в том, что они не способны к соединению с другими участками хромосом.

Нормальная длина каждой хромосомы и суммарная длина всех хромосом кариотипа постоянна. Морфология хромосомы определяется в первую очередь положением центромеры. В соответствии с местом расположения центромеры выделяют основные формы хромосом: метацентрические, субметацентрические, акроцентрические и изохромосомы. Метацентрические хромосомы отличаются тем, что плечи у них одинаковой или почти одинаковой длины. Субметацентрические хромосомы имеют плечи разной длины. У акроцентрических хромосом центромера расположена близко к одной из теломер. Изохромосомы — моноцентрические хромосомы с двумя генетически идентичными плечами, появляющиеся как результат неправильного деления центромеры после разрыва и воссоединения

сестринских хроматид в области центромеры. Изохромосома имеет одинаковые плечи в результате деления центромеры по горизонтали. Дицентрические и ацентрические изохромосомы образуются после разрыва сестринских хроматид вне центромерной области и воссоединения их в центрические и ацентрический

2. Методические основы расчета показателей изменчивости и наследственности

2.1. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков у животных

Биометрическая обработка экспериментальных данных.

В основе современной генетики лежит генетический анализ селекционных признаков

При проведении опытов с животными основной задачей биометрической обработки является определение достоверности различий между средними показателями опытной и контрольной групп, а также определение разнообразия и связи между изучаемыми признаками. Все это позволяет обобщить результаты, полученные в исследованиях, и правильно сделать выводы.

Цель занятия: Изучить биометрические методы обработки экспериментальных данных

Методические указания: Для проведения расчетов необходимо усвоить определенные алгоритмы, которые предусматривают последовательность вычислений и формулы. Буквенные обозначения, применяемые при биометрической обработке зоотехнических материалов

V - дата - значение признаков у отдельного животного

N - объем выборки - число животных в выборочной совокупности

\bar{X} - средняя арифметическая выборки

Σ - знак суммирования

lim - лимиты - указание минимального и максимального значения признака в совокупности

ρ - размах разнообразия

σ - сигма - среднее квадратическое отклонение

L - величина классового промежутка

a - отклонение классов от условного среднего класса

A - условная средняя арифметическая

Cv - коэффициент вариации

td - критерий достоверности разности

r - коэффициент корреляции

m - статистическая ошибка

Проведения расчетов

1. Вычисление \bar{X} , σ , **Cv**, m_x , **td** без составления вариационных рядов, для малых групп ($n=20-30$) проводится одним из следующих способов

Используется таблица **A**, где проставляются даты (значения) признаков. Каждую дату возводят в квадрат. Даты и их квадраты суммируют.

На основании полученных сумм рассчитываются:

Средняя арифметическая - $\bar{X} = \frac{\sum v}{N}$; Сигма - $\sigma = \sqrt{\frac{C}{N-1}}$;

Дисперсия или сумма квадратов центральных отклонений - $C = \sum v^2 - \frac{(\sum v)^2}{N}$;

Коэффициент вариации - $C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$; Статистическая ошибка - $m_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$;

Критерий достоверности разности между средними величинами признаков-

$$t_d = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{m_{X_1}^2 + m_{X_2}^2}}$$

Задание 1. В опыте с чистопородными коровами был установлен суточный удой молока зимний (v_1) и летний (v_2) периоды. Значения записаны в таблицу 1. Определить \bar{X} , σ , C_v , m_x , td

Таблица 1. Алгоритм расчета задания 1.

№ п/п	Летний период (v_1)		v_2	v_2^2
	v_1	v_1^2		
1	12	144	15	225
2	9	81	17	289
3	10	100	20	400
4	13	169	25	625
5	15	225	30	900
6	14	196	28	784
7	8	64	16	256
8	12	144	23	529
$\Sigma_n = 8$	$\Sigma v_1 = 93$	$\Sigma v_1^2 = 1123$	$\Sigma v_2 = 144$	$\Sigma v_2^2 = 4008$

Расчеты для зимнего периода

$$\bar{X} = \frac{93}{8} = 11,6 \quad C = 1123 - \frac{93^2}{8} = 41,88 \quad \sigma = \sqrt{\frac{41,88}{8-1}} = 2,44 \quad C_v = \frac{2,44}{11,6} \cdot 100 = 21,0\%$$

$$m_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}; \quad t_d = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

Расчеты для летнего периода провести самостоятельно

2. Вычисление \bar{X} , C_v , m , td при больших выборках ($n > 30$) проводится способом произведений и способом сумм.

Для вычисления этих показателей необходимо составить вариационный ряд (Таблица Б) и обработать его методом произведений.

Составление вариационного ряда

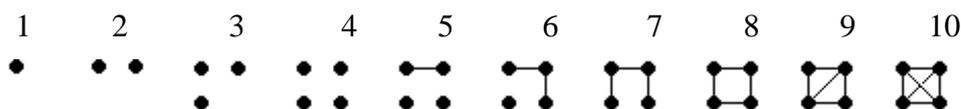
Первичные данные	413	450	412	427	435	404	430
	421	399	414	386	428	441	375
						417	и т.д.
							N=100

- Найти v_{\min} и v_{\max} в совокупности: $v_{\min} = 375$ $v_{\max} = 450$

- Определить размах разнообразия: $\rho = v_{\max} - v_{\min}; \rho = 450 - 375 = 75$
- Рассчитать величину классового промежутка: $L = \frac{\rho}{k} \approx 10$, где k – число классов можно брать любое от 6 до 13
- Найти границы первого класса: нижняя граница = v_{\min} ;

верхняя граница = нижняя граница + $L = 375 + 10 = 385$

- Найти границы всех остальных классов, считая нижней границей следующего класса верхнюю границу предыдущего и прибавляя к нижней границе величину классового промежутка.
- Разнести варианты (даты) по классам, пограничные значения следует относить в высший класс. При разноске дат пользуйтесь способом “конвертика”.



- Найти среднее значение классов. Середина классов равна полусумме начал данного класса и соседнего высшего.

$$\bar{W} \text{ для седьмого класса} = \frac{445 + 435}{2} = 440$$

$$\bar{X} = A + L \cdot \frac{\sum n \cdot a}{N}; C' = \sum na^2 - \frac{|\sum na|^2}{N}; \sigma = L \cdot \sqrt{\frac{C'}{N-1}}; C = C' \cdot L$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Таблица Б. Вариационный ряд

Классы		Разноска дат	Частоты n	a	na	na ²
начала W _a	середины \bar{W}					
445-	450	•	1	+3	+3	9
435-	440		7	+2	+14	28
425-	430		20	+1	+20	20
415-	420		30	0	0	0
405-	410		25	-1	-25	25
395-	400		10	-2	-20	40

385-	390		6	-3	-18	54
375-	380		1	-4	-4	16

$$\sum n = N = 100$$

$$N = 100; A = 420; L = 10 \quad \text{lim} = 450 \div 375 \quad \rho = 450 - 375 = 75$$

$$\sum n \cdot a = 30; \sum n \cdot a^2 = 192$$

$$\bar{X} = 420 + 10 \frac{|-30|}{100} = 417,0$$

$$C' = 192 - \frac{|-30|^2}{100} = 183$$

$$\sigma = 10 \sqrt{\frac{183}{100-1}} = 13,60$$

$$C_v = \frac{13,60}{417,0} = 3,3\%$$

$$N = \sum n = 100; \sum n \cdot a = -30 \quad \sum n \cdot a^2 = 192$$

A – условная средняя (середина - \bar{W} - любого класса, например, $\bar{W}_5 = A = 420$).

L – величина классного промежутка.

$a = \frac{\bar{W} - A}{L}$ - отклонение средин классов от условной средней, выраженные в классовых

промежутках; для класса, середина которого $\bar{W} = A$, $a = 0$.

C' - дисперсия, выраженная в единицах квадрата классового промежутка.

$$\bar{X} = A + L \cdot \frac{\sum n \cdot a}{N}; \quad C' = \sum na^2 - \frac{|\sum na|^2}{N}; \quad \sigma = L \cdot \sqrt{\frac{C'}{N-1}}; \quad C = C' \cdot L \quad C_v = \sigma / \bar{X} *$$

100%

Место для дополнительных записей

Задание 1. По указанным выше данным а) приведенным формулам:

Рассчитайте коэффициент регрессии по

$$R_{2/1} = \frac{C'_{1.2} \cdot L_2}{C'_{1.1} \cdot L_1} = r \cdot \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \quad \sigma_1 = L_1 \cdot \sqrt{\frac{C'_1}{N-1}}$$

$$\sigma_2 = L_2 \cdot \sqrt{\frac{C'_2}{N-1}}$$

Задание 2. Постройте корреляционную решетку для изучения связи между удоем и содержанием жира у дочерей всех быков (Приложение)

Рассчитайте основные параметры для удоя (M_1 , σ_1 и C_{v1}) и содержания жира (M_2 , σ_2 и C_{v2}), а также коэффициент корреляции и квадрат корреляционного отношения.

Регрессия характеризует изменения средних значений одного признака от изменений средних значений другого признака на единицу.

Коэффициенты регрессии характеризуют линейную зависимость, поэтому для описания регрессии используют уравнение прямой

$$y = a + b \cdot x,$$

где $y = V_2'$, $b = R_{2/1}$, $a = M_2 - R_{2/1} \cdot M_1$ и, следовательно, $V_2 = V_2' + e = a + b \cdot x + 1$

где V_2 - фактическое измеренное значение признака у животного, V_1 - рассчитанное значение признака, e - случайное отклонение теоретического значения от фактического.

Для построения эмпирической и теоретической линий регрессии по оси x откладывают серединные значения классов по признаку x (1), а по оси y - или границы классов, или серединные значения второго признака (y).

Далее для построения эмпирической линии регрессии наносим на график найденные в выполненных заданиях точки средних значений для каждого серединного значения класса x

(1) - M_i . Так, соединив соседние точки прямыми, получим некоторую ломаную линию, называемую эмпирической линией регрессии.

(2) Для построения прямой, называемой теоретической линией регрессии, необходимо

найти две точки. Первая соответствует координатам $X_1 = M_1$; $y_1 = M_2$. Вторая точка рассчитывается по приведенному выше уравнению: для одного из крайних серединных значений W_{cp} признака x необходимо найти соответствующее значение признака y .

Проведенная через полученные точки и будет теоретической линией регрессии.

Определение доверительных границ генерального параметра

$$\hat{\Pi} = \Pi \pm \Delta; \Delta = t \cdot m$$

(Π - параметр)

Ошибки выборочных параметров:

$$m_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} - \text{средней арифметической,}$$

$$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} - \text{среднего квадратического отклонения (сигмы),}$$

$$m_{Cv} = \frac{Cv}{\sqrt{2N}} - \text{коэффициента вариации,}$$

$$m_r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{N-2}} - \text{коэффициента корреляции.}$$

Пример: $N=100$; $M=200$; $\sigma=20,0$ $m_M = \frac{20,0}{\sqrt{100}} = 2,0$

$v=N-1=100-1=99$; $t_{st} = 2 \div 2,6 \div 3,4$; $B_1 = 0,95$; $t_{st} = 2$ $\Delta = 2 \cdot 2 = 4$

$$\hat{M} = 200 \pm 4$$

204 - возможное максимальное значение генеральной средней

196 - гарантированный минимум генеральной средней

Задание 3. Пользуясь формулой определения доверительных границ, рассчитайте ошибку средней арифметической и коэффициента корреляции по данным задания. Укажите доверительные границы генеральных параметров.

Достоверность разности между средними значениями в группах

- возможность обобщения выборочного исследования;
- достаточная вероятность такого различия генеральных средних, какое было получено в выборочном исследовании;
- достаточная вероятность такого же действия изучаемого фактора при его массовом , применении, какое обнаружено в выборочном исследовании.

Для независимых выборок - $t_d = \frac{d}{m_d} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \geq t_{st}$ Для $v = N_1 + N_2 - 2$

Для попарно связанных вариант - $t_d = \frac{d}{m_d} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2 - 2r \cdot m_1 \cdot m_2}} \geq t_{st}$,

где M_1, M_2 - сравниваемые средние, большую среднюю обозначают как M_1 , меньшую - как M_2 .

m_1, m_2 - ошибки средних арифметических

r - коэффициент корреляции между попарно связанными вариантами.

Если $M_1 > M_2$ и $t_d > t_{st}$, то $\overline{M_1} > \overline{M_2}$.

Если $M_1 > M_2$ и $t_d < t_{st}$, то $\overline{M_2} > \overline{M_1}$

Задание 4. Определите достоверность разности выборочных средних значений самостоятельных. Сделать анализ полученные результатов, на основании стандартных значений критерия Стьюдента (Приложение).

3. Определение связи между признаками.

3. Определение связи между признаками.

Для определения связи между биологическими признаками и свойствами используется коэффициент корреляции - r . Он определяет направление связи (по знаку перед ним) и силу связи (по абсолютной величине).

Вычисление коэффициента корреляции для малочисленных групп

$$r = \frac{\sum v_1 \cdot v_2 - \frac{\sum v_1 \cdot \sum v_2}{N}}{\sqrt{C_1 \cdot C_2}} \quad v_1; v_2 - \text{значения признаков}; \quad C_1; C_2 - \text{дисперсии признаков}$$

$$C = \sum v^2 - \frac{(\sum v)^2}{N} \quad N - \text{число сравниваемых пар}$$

v_1	v_2	v_1^2	v_2^2	$v_1 \cdot v_2$
3	11	9	121	33
7	10	49	100	70
1	7	1	49	7
11	4	121	16	44
9	3	81	9	27
5	9	25	81	45
2	7	4	49	14
10	4	100	16	40
4	12	16	144	48
8	3	64	9	24
60	70	470	594	352

$$C_1 = 470 - \frac{60^2}{10} = 110$$

$$C_2 = 594 - \frac{70^2}{10} = 104$$

$$r = \frac{352 - \frac{60 \cdot 70}{10}}{\sqrt{110 \cdot 104}} = -0,64$$

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{N - 2}}$$

$$tr = \frac{r}{m_r}$$

5. Вычисление коэффициента корреляции по способу произведений для больших групп по корреляционной решетке

$1(x) \backslash 2(y)$	50	70-	90-	110	130	150	170	n_2	a_2	$n_2 \cdot a_2$	$n_2 \cdot a_2^2$
95-							$4^{(+1)}_2$	4	3	12	36
85-						$3^{(+6)}$	$3^{(+6)}$	6	2	12	24
75-						$5^{(+5)}$		5	1	5	5
65-					$6^{(0)}$	$4^{(0)}$		10	0	0	0
55-			$1^{(-1)}$	$2^{(-2)}$	$7^{(-7)}$			10	-1	-10	10
45-		$1^{(-2)}$	$2^{(-4)}$	$3^{(-6)}$	$2^{(-4)}$			8	-2	-16	32
35-	$1^{(-3)}_3$	$2^{(-6)}$	$2^{(-6)}$	$2^{(-6)}$				7	-3	-21	63
n_1	1	3	5	7	15	12	7	$N=50$ $\sum n_2 \cdot a_2 = -18$ $\sum n_2 \cdot a_2^2 = 170$ $\sum n_1 \cdot a_1 = 46$ $\sum \sum fa_2 = -18$ $\sum (a_1 \cdot \sum fa_2) = 101$ $\sum H_1 = 147$ $H_{\Sigma} = \frac{(\sum n_2 \cdot a_2)^2}{N} = 6,5$			
a_1	-3	-2	-1	0	1	2	3				
$n_1 \cdot a_1$	-3	-6	-5	0	15	24	21				
$n_1 \cdot a_1^2$	9	12	5	0	15	48	63				
$\sum fa_2$	-3	-8	-11	-14	-11	11	18				
$a_1 \cdot \sum fa_2$	9	16	11	0	-11	22	54				
$a_2 = \frac{\sum fa_2}{n_1}$	-3,0	$2,6_6$	2,2	-2,0	0,73	0,91	2,57				
$H_1 = \frac{(\sum fa_2)^2}{n_1}$	9	$21,3$	$24,2$	28,0	8,1	10,1	46,3				
$\bar{X}_1 = A_2 + \bar{a}_2 \cdot L_2$	40	$43,4$	48	50	62,7	79,1	95,7				

$$C'_1 = \sum n_1 \cdot a_1^2 - \frac{(\sum n_1 \cdot a_1)^2}{N}$$

$$C'_1 = 152 - \frac{46^2}{50} = 109,7$$

$$C'_2 = \sum n_2 \cdot a_2^2 - \frac{(\sum n_2 \cdot a_2)^2}{N}$$

$$C'_2 = 170 - \frac{(-18)^2}{50} = 163,5$$

$$C_{1,2} = \sum (a_1 \cdot \sum fa_2) - \frac{(\sum n_1 \cdot a_1)(\sum n_2 \cdot a_2)}{N}$$

$$C_{1,2} = 101 - \frac{46 \cdot (-18)}{50} = 117,6$$

$$r = \frac{C'_{1,2}}{\sqrt{C'_1 \cdot C'_2}}$$

$$r = \frac{117,6}{\sqrt{109,7 \cdot 163,5}} = +0,877$$

$$m_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{N-2}}$$

$$tr = \frac{r}{m_r}$$

$\Sigma n =$	X=											

Задание 2. Рассчитать селекционно-генетические параметры хозяйственно-полезных признаков коров _____ по методу квадратов (для малочисленной выборки) X , m_x , C_v , δ , Построить диаграмму коэффициента вариации (таблица2, рисунок 1)

Таблица 2 _ Селекционно-генетические(биометрические) параметры хозяйственно-полезных признаков коров _____ породы по варианту собственной выборки

Показатели	$X + m_x$	$C_v, \%$	δ	lim (min-max)
Удой ,кг				
*Содержание жира ,%				
*Содержание белка ,%				
Молочный жир ,кг				
Молочный белок ,%				
Живая масса, кг				
Молочная продуктивность предков:				
Матери: удой,кг содержание жира,% молочный жир,кг				

Матери матери: удой,кг содержание жира, % молочный жир,кг				
Матери отца: удой,кг содержание жира, % молочный жир,кг				
Продолжительность сервис-периода,сутки				
Продолжительность сухостойного периода,сутки				

*Содержание жира, белка, % или массовая доля жира, белка, %

Рисунок 1- Коэффициент вариации хозяйственно-полезных признаков признаков у коров _____ породы

Анализ полученных данных:

2.3. Показатели связи между признаками

Цель: Расчет коэффициента корреляции для малой и большой выборки как главного показателя связи между признаками. Это имеет значение в селекционной работе при прогнозировании эффекта селекции.

Методические указания: Работа проводится с учетом знаний о признаках и свойствах животных, находящихся в определенной зависимости. Это такие варианты как:

- удой и содержание жира в молоке,
- настриг шерсти и густота шерсти,
- живая масса кур-несушек и масса яйца,
- длина кила и мясные качества индеек,
- устойчивость матерей и их дочерей к маститу и лейкозу.

Величина коэффициента корреляции (r) находится в пределах от 0 до ± 1 . По форме связь может быть прямолинейной и криволинейной, по направлению положительной прямой отрицательной обратной. На что указывает знак + или -

Принята следующая теснота связи:

0.1-0.3- связь слабая

0.3-0.5- связь умеренная

0.5-0.7- связь заметная

0.7-0.9-связь высокая

0.9-0.99- связь весьма высокая

Задание 1. Рассчитать коэффициент корреляции для малой выборки по вариантам взаимосвязи хозяйственно-полезных признаков, используя данные таблицы 1.

$$r = \frac{\sum v_1 \cdot v_2 - \frac{\sum v_1 \cdot \sum v_2}{N}}{\sqrt{C_1 \cdot C_2}} \quad v_1; v_2 - \text{даты признаков}; \quad C_1; C_2 - \text{дисперсии признаков}$$

$$C = \sum v^2 - \frac{(\sum v)^2}{N} \quad N - \text{число сравниваемых пар}$$

Задание 3. Составить вариационный ряд. Рассчитать коэффициент корреляции для большой выборки по данным таблицы 3, используя алгоритм 4- 5

Классы

Частоты

(р)

Число

(п)

Структура

частот

Таблица 3_ Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы стада племзавода им. Радищева (1995 год рождения)

Кличка	Живая масса,кг	1 лактация		Наивысшая лактация		Живая масса,кг	Последняя законченная лактация	
		Удой,кг	Жир,%	Удой,кг	Жир,%		Удой,кг	Жир,%
Румб 394971-Дочери линия Рефлекшн Соверинг								
Катюша	455	4251	3.51	6440	3.53	500	3543	3,59
Юрмала	430	3142	3.35	5457	3.44	515	5028	3.58
Веря	455	3200	3.20	3712	3,47	509	3254	3.70
Пляска	440	2775	3,37	5072	3.51	540	4820	3.56
Фуксия	465	5014	3.33	5942	3.52	580	3836	3.67
Коляска	455	3220	3.34	4757	3.54	505	3238	3.72
Глен 107 линия Уес Идеал, Вернисаж *42 линия Монтвик Чифтейн-Дочери								
Березка	455	3730	3.41.	4825	3.64	540	3583	3.71
Вуаль	460	3608	3.62	5992	3.66	520	5968	3.67
Ленточка*	432	3515	3.64	3829	3.70	497	3701	3.65
Настойка *	433	3334	3.34	5818	3.1	520	4254	3.44
Яснотка*	500	4300	3.52	5676	3.67	545	4951	3.66
Эмма	440	4082	3.46	4937	3.71	500	4454	3.66
Лакомка	455	3884	3.62	5292	3.61	500	5192	3.64
Виктория*	458	5621	3.55	6872	3.53	505	4871	3.39
Ясочка*	455	5072	3.61	5072	3.61	520	4627	3.58
Лихая*	460	4166	3.49	5044	3.45	520	5044	3.45
Ресничка *	455	3353	3.44	5538	3.61	530	5538	3.61
Шкода *	460	4397	3.57	7758	3.54	540	3874	3.55
Ракушка	448	4522	3.54	5906	3.62	562	5020	3.52
Алиса	455	4883	3.57	5245	3.33	560	5412	3.60
Игрушка	452	2661	3.67	4042	3.63	500	2245	3.71
Мануэль 1686, линия Монтвик Чифтейн- дочери								
Зорянка	452	3609	3.64	4976	3.61	488	4976	3.61
Вуаль	450	3594	3.71	3594	3.71	500	2901	3.80
Астра	465	3121	3.69	4700	3.65	500	3334	3.7
Апрелька	465	3149	3.64	3340	3.54	480	3340	3.64
Анфиса	437	3170	3.70	4250	3.70	457	420	3.70
Абрикоска	440	3935	3.69	3935	3.69	458	3694	3.60
Буря	450	4042	3.70	4664	3.69	500	2935	3.64
Брошка	448	3876	3.63	4421	3.75	470	4412	3.75

Жемчужина	436	3684	3.61	4904	3.66	500	2534	3.73
Бусинка	455	3298	3.67	4666	3.61	478	4191	3.75
Былинка	455	3350	3.66	5083	3.63	510	2786	3.80
Березка	470	3781	3.61	4336	3.60	537	3772	3.65
Калина	460	3609	3.62	6020	3.64	524	6020	3.64
Бритва	453	3779	3.63	4302	3.60	505	4302	3.60
Бирюза	465	2980	3.65	3930	3.63	562	3930	3.63
Гречиха	435	4423	3.64	4423	3.64	455	2705	3.77
Гроза	465	3735	3.64	4427	3.66	560	4427	3.66
Карамель	455	3561	3.59	5020	3.58	505	498	3.67
Зозуля	465	3088	3.62	3835	3.67	488	3835	3.67
Луковка	433	3583	3.61	3583	3.61	458	2915	3.70
Валет 823, линия Уес Идеал - дочери								
Бусинка	445	3563	3.64	5531	3.60	490	5531	3.64
Искринка	440	4568	3.35	4568	3.35	510	4277	3.71
Чудная	455	3839	3.64	6077	3.52	540	3951	3.71
Карамель	438	3423	3.58	3423	3.58	480	2405	3.80
Железка	433	3927	3.68	3927	3.68	505	3505	3.63
Дина	422	3471	3.68	4497	3.7	484	4497	3.57
Сурьма	455	3409	3.61	5354	3.9	480	4478	3.68
Рюмочка	433	4212	3.39	6378	3.53	535	5022	3.86
Виктория	432	4280	3.42	5686	3.53	510	5686	3.53
Каролина	450	4850	3.59	5873	3.52	540	4358	540
Ранг 388986673, линия Монтвик Чифтейн - дочери								
Мережка	420	3791	3.45	5300	3.79	518	4377	3.44
Ясочка	433	4371	3.44	6213	3.74	515	6213	3.74
Аляска	455	3984	3.37	5176	3.44	480	5097	3.60
Ясенька	433	3954	3.48	4603	3.58	520	4603	3.58
Ласточка	455	4038	3.59	4319	3.69	540	4319	3.69
Виктория	460	4543	3.30	5465	3.68	520	5465	3.68
Былина	455	3724	3.31	5520	3.59	575	5510	3.59
Хлопушка	450	4483	3.42	4483	3.42	550	4285	3.77
Гранула	420	3810	3.36	6209	3.6	509	6209	3.56
Ажурная	430	3172	3.33	4431	3.7	520	4431	3.57
Нория	460	4414	3.51	6521	3.56	567	6521	3.56
Бабочка	455	3801	3.32	5546	3.55	540	3156	3.76
Платина	460	4974	3.48	4974	3.48	555	4525	3.69
Эстафета	460	3241	3.65	6500	3.69	550	6500	3.69
Мережка	420	3734	3.45	5015	3.79	518	4377	3.44
Ясенька	433	3954	3.48	4603	3.56	520	4603	3.56
Генри 03, линия Монтвик Чифтейн - дочери								
Лента	455	3908	3.43	3908	3.43	480	5786	3.32
Норилька	455	3856	3.49	5915	3.63	510	5915	3.63
Брошка	440	3371	3.41	5237	3.50	535	5237	3.50
Этрика	450	3914	3.26	5736	3.51	545	5121	3.56
Кроха	455	3385	3.28	4784	3.71	520	4756	3.67
Иволога	440	4386	3.42	5847	3.79	477	5847	3.79
Таволга	480	3680	3.42	6031	3.85	502	6031	3.85
Уздечка	433	3997	3.41	5137	3.58	505	4883	3.58
Валиант 395, линия Арманда Чиф								
Настурция	444	4250	3.68	5514	3.91	530	5020	3.58
Купава	455	3063	3.65	3756	3.67	480	3242	480
Жилка	450	3113	3.64	5719	3.61	505	5719	3.61
Августа	450	4697	3.42	6125	3.55	535	6125	3.55
Жучка**	444	4013	3.60	4384	3.63	475	4384	3.63
Букашка**	450	2857	3.73	3669	3.76	510	2900	3.71

2.4. Изменчивость при наследовании качественных и количественных признаков у животных

Цель – изучить изменчивость, как различие между организмами одного вида, между родителями и их потомками.

Методические указания. Изменчивость-это различие между организмами одного вида, между родителями и их потомками. Различают два вида изменчивости наследственную (мутационная и комбинативная) и ненаследственную (онтогенетическая и коррелятивная). Ненаследственная изменчивость, возникающая под влиянием среды, называется модификационной.

Мутационная изменчивость обусловлена изменением генотипа. Эти изменения сохраняются в ряде поколений. Наследственные изменения типа мутаций возникают под влиянием различных факторов, кроме скрещивания. Часто под мутацией понимают стойкое изменение в ДНК и в кариотипе. Мутации могут возникать у всех организмов во все периоды жизни (гаметы, зиготы, эмбриональный и постэмбриональный периоды) в соматических и половых клетках.

Мутационная теория была обоснована Гюго де Фризом в 1901 году. С.И. Коржинский (1899) показал, что мутации являются основой эволюции. Теория Г.де Фриза **имеет три положения:**

1. Мутация носит разовый скачкообразный характер, отражающий дискретную природу гена и, как следствие объективные границы между биологическими видами.

2. Мутационные процессы имеют наследственный характер.

3. Мутации происходят в разных направлениях, что соответствует представлению о значении разнонаправленной неопределенной изменчивости в эволюции.

Мутации по степени вовлечения генома в мутационный процесс бывают: геномные – полиплоидия и гетероплоидия, хромосомные аберрации - делеции, дефишенсы, дупликация, инверсии, транслокации, фрагментации, генные – замена, вставка или выпадение нуклеотидов в ДНК.

Разнообразие мутаций одного гена называется множественный аллелизм. При многократном мутировании одного и того же гена возникает серия множественных аллелей.

Для определения числа генотипов при нескольких аллелях используется формула

$$\text{Число генотипов} = \frac{1}{2} \cdot n (n+1),$$

где n число аллелей. Например, в группе бежевых норков в гене T известны четыре мутации. Значит, число генотипов может быть $\frac{1}{2} \cdot 4 (4+1) = 10$

При множественном аллелизме для обозначения гена и локуса используют строчные буквы, аллели обозначают индексом, помещенным справа сверху. Например у норки серия аллелей гена P- pp(серебристо-голубая окраска и p_sp_s (стальная голубая).

По порядку доминирования аллели в своем проявлении располагают в последовательный ряд. У норки в гене T известны четыре мутации, которые располагаются в следующем порядке: T > t_s > t_p > t_w > t_n

T- стандартная коричневая окраска

t_s - соклот или соклот-пастель

t_p – швецкое фламинго

t_w –финская белая

t_n – северный буфф

При скрещивания аллельных мутаций наследование идет по менделевской схеме. Так при скрещивании норки соклот с норками северный буфф рождается гибридное мутантное потомство типа соклот нежный бежевый тип окраса.

Гибридное потомство от аллельных скрещиваний называется компаунд формой

При скрещивании организмов имеющих неаллельные мутации гибридное потомство будет дикого типа за счет комплементарного взаимодействия неаллельных ген

aaPP- алеутский тип и AApp- серебристо-голубой

PP: самки aaPP x самцы AApp,

F AaPp все дикого окраса

Цис –положение аллелей в результате скрещивания особей с неаллельными мутациями

3. Закономерности наследования признаков при половом размножении

Цель: Применить законы Г.Менделя для решения задач по наследованию качественных признаков у животных, к которым относятся экстерьерные особенности животных (окраска и структура волос шерстного покрова, тип телосложения, форма размер некоторых статей экстерьера, форма жировых шариков молока коров и др.)

Методические указания: Изучение законов наследования свойств и признаков животных в соответствии с законами Г.Менделя имеет большое практическое значение в при проведении отбора и подбора в животноводстве. Это позволяет планировать проявление хозяйственно- полезных признаков у потомства. Необходимо всегда помнить, что существуют доминантные (от лат. *dominantis*- господствующий) и рецессивные (от лат. *recessus* – отступление) признаки. Г.Мендель сформулировал правила наследования признаков, которые получили название «законы Менделя»

1-й закон – закон единообразия первого поколения по принципу доминирования для моногибридного скрещивания.

2-й закон – закон расщепления признаков у гибридов второго поколения в соотношении 3:1 по фенотипу, 1:2:1 по генотипу для моногибридного скрещивания.

3-й закон – закон независимого наследования признаков при дигибридном скрещивании во втором поколении по фенотипу 9:3:3:1. Это легко установить, используя решетку Пеннета

P₁: AA BB x aa bb

Гаметы: A B и a b

F₂: все Aa Bb

Если родители P₂: Aa Bb x Aa Bb

Варианты гамет материнского и отцовского организма одинаковы:

A B, A b, a B, a b

Возможное потомство можно посмотреть в решетке Пеннета:

Расщепление по фенотипу: A..B.. - 9, aa B..- 3, A.. bb - 3, aa bb – 1

Решетка Пеннета

Родительские гаметы:				
отец	А В	а В	А в	а в
мать				
А В	АА ВВ <u>1</u>	Аа ВВ <u>2</u>	АА Вв <u>3</u>	Аа Вв <u>4</u>
а В	Аа ВВ <u>5</u>	аа ВВ <u>1</u>	Аа Вв <u>6</u>	аа Вв <u>2</u>
А в	АА Вв <u>7</u>	Аа Вв <u>8</u>	Аа vv 1	Аа vv 2
а в	АаVv <u>9</u>	ааVv <u>3</u>	Аавv 3	Аавv 1

Виды взаимодействия генов при наследовании признаков:
аллельное взаимодействие

- Полное доминирование
- Неполное доминирование
- Сверхдоминирование
- Кодоминирование
- Летальное действие генов

Взаимодействие неаллельных генов:

- Полимерия - политенное наследование с аддитивным (суммирующим) действием генов
- Полимерия с неаддитивным действием генов
- Комплементарное (взаимодополняющее действие)
- Новообразование
- Эпистаз
- Криптомерия

Таблица 1_ Перечень признаков у животных, наследование которых осуществляется в соответствии законами Г.Менделя.

Вид животных; признак; градация признака	Фенотипическое выражение признака	Доминирует (>)	Фенотипическое выражение признака
1. Куры: • форма гребня	Розовидная	>	Листовидная (простой)
	Ореховидная	>	Листовидная (простой)
• окраска оперения	Серая	>	Черная
2. Кролики: • окраска шерсти	Пятнистая	>	Сплошная
• длина шерсти	Нормальная	>	Короткая (реке)
	Нормальная	>	Длинная (ангора)
1. Овцы: <i>каракульская порода:</i>	Серебристо-серый (ширази)	>	Черный (араби)
<i>другие породы:</i> • цвет шерстного	Белый	>	Черный
• форма хвоста	Нормальный	>	Жирный
4. Крупный рогатый скот • масть	Черная	>	Красная
	Черная	>	Рыжая
• наличие рогов	Комолость	>	Рогатость
• отметины	Белоголовость	>	Сплошная
	Белохребетость	>	Сплошная
• масть	Сплошная	>	Пегая
• рост у мясного скота геррефордской породы	Нормальный	>	Карликовый
• Масть у голштинской породы	Черно-пестрая	>	Красно-пестрая
5. Лошади: <i>першеронская порода:</i> • масть	Чалая	>	Вороная
<i>другие породы:</i> • масть	Вороная	>	Рыжая

Дигибридное скрещивание.

Задача 2. У крупного рогатого скота комолость (Р) доминирует над рогатостью (р) , черная масть (В) над красной (b). Признаки наследуются независимо.

Коровы и быки черные комолые. От них получено 48 телят: 27 черных комолых, 9 красных комолых, 9 черных рогатых, 3 красных рогатых.

1. Сколько типов гамет могут дать матери телят? Ответ:
2. Сколько типов гамет может дать отец телят? Ответ:
3. Сколько телят было гомозиготных по двум генам? Ответ:
4. Сколько телят было гомозиготных по гену В? Ответ:
5. Сколько телят было гомозиготных по двум генам? Ответ:

Рассуждение: Соотношение потомства 9:3:3:1. Значит, родители были гетерозиготными по двум признакам. В решетке необходимо обозначить родителей и получить потомство в соответствии решеткой Пеннета. Ответить на вопросы по решетке Пеннета.

Решите задачу с помощью решетки Пеннета.

Отец	PВ	Pв	pВ	pв
Мать				
PВ				

Задача 3. Объяснить наследование масти у крупного рогатого скота при скрещивании скота черно-пестрой и бурой швицкой пород (рисунок 1)

Условие задания.

При проведении скрещивания черно-пестрых быков и коров бурой швицкой породы в первом поколении все потомки были черными.

Проявление черно-пестрой масти обуславливает генотип ААвв, бурой – генотип ааВВ.

Наличие в генотипе двух доминантных аллелей А..В.. приводит к появлению животных черной масти.

При скрещивании в F₂ было получено 80 телят, половина из которых бычки?

Ответить на следующие вопросы

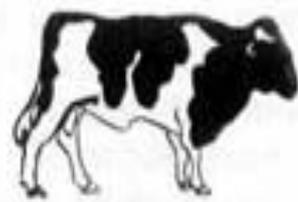
1. Определить соотношение по фенотипу у потомства в F₂ по решетке Пеннета
2. Сколько получено черно-пестрых телят?
3. Сколько получено бурых телят?
4. Какой генотип у пестрых бурых телят?
5. Можно ли черных быков использовать для разведения?

Задание для самостоятельной работы. Решить задачи на дигибридное, полигибридное и анализирующее скрещивание, используя номера:

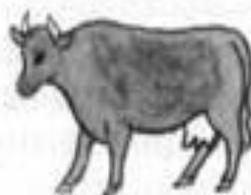
42,43,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,66,67,68,69,70,71,73,74,76.

Задачи решаются на отдельных листах А-4 и сдаются как приложение к теме.

Литература. Карманова, Е.П. Практикум по генетике / Е.П. Карманова, А.Е.Болгов.- ПетрГУ.-2004.-



AAbb



aaBB



AaBb



AaBb

 AABB	 AABb	 AaBB	 AaBb
 AABb	 AAbb	 AaBb	 Aabb
 AaBB	 AaBb	 aaBB	 aaBb
 AaBb	 Aabb	 aaBb	 aabb

Рисунок 1_ Скрещивание скота черно-пестрой и бурой швицкой породы

4. Генетика популяций

Цель: Изучить использование инбридинга и поглотительного скрещивания на генетическую структуру популяций

Методические указания. Генетическая **популяция** это группа растений и животных одного вида, населяющая определенную территорию и размножающаяся изолированно друг от друга. Популяцией в животноводстве можно считать породу или стадо. В пределах популяции имеется свободное случайное скрещивание (**панмиксия**). Термин популяция ввел В. Иоганнсен (1903).

Он указал, что существует разница в эффективности отбора в популяциях, а также, что в популяции потомство не наследует полностью признаки родителей, т. к. отбор проводят по фенотипам, которые генетически не всегда одинаковы. На основании этого можно объяснить причину возврата значения признака потомства к средней величине, а также на необходимость оценивать организмы не только по генотипу, а и по фенотипу

Закон Харди – Вайнберга

При отсутствии факторов, изменяющих частоты генов, популяции при любом соотношении аллелей от поколения к поколению сохраняют эти частоты постоянно

Используя формулу закона можно рассчитать структуру популяций и определить частоты гетерозигот (например, по летальным и сублетальным генам, зная частоты гомозигот по рецессивным признакам и частоты особей с доминантным признаком), проанализировать сдвиги в генных частотах по конкретным признакам в результате отбора, мутаций и других факторов

Формула:

Частота встречаемости **одной** из аллелей **A** обозначить через **p**, частоту аллелей через **q**.

Наличие двух аллелей в популяции $p + q = 1$

Соотношение генотипов будет $(p + q)^2 = 1$

Аллели в решетке Пеннета

Самки	Самцы	Частота аллелей	
		pA	qa
pA		p ² AA	pqAa
qa		pqAa	q ² aa

Математическое распределение генов в больших популяциях, где нет отбора, мутаций и смешивания популяций. Такая популяция находится в

состоянии равновесия по соотношению генотипов, что определяется формулой $p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1$

Пример: Аллель А встречается в популяции с частотой 0.8 ,а аллель а- 0.2. структура популяции при такой частоте генов будет иметь следующий вид $0.64AA+0.32Aa+0.04aa=1$

	Самцы	Частота аллелей	
Самки		$pA=0.8A$	$qa=0.2a$
$pA=0.8A$		$p^2 AA=0,64$	$pqAa =0.16$
$qa=0.2a$		$pqAa =0.16$	$q^2 aa=0.4$

Возникает вопрос: Какая частота аллелей и структура популяции будет в следующем поколении? Генотипы AA дадут гаметы. А с частотой аллелей 0.64,генотипы Aa дадут 2 типа с частотой 0.16А и 0.16а, генотипы aa дадут гаметы с частотой аллели 0.04а.

В итоге в последующем поколении в популяции сохранится такое же соотношение гамет: гаметы с частотой аллели А будут равны $0.8(0.64+0.16)$,гаметы с частотой аллели а $0.2(0.16+0.04)$. Значит в последующем поколении

Факторы, влияющие на генетическую структуру популяций

- 1.Изменение структуры популяций при отсутствии свободного спаривания (использование инбридинга)
2. Изменение структуры популяций при скрещивании (гетерозис при скрещивании)

Решение задач

Определение частоты рецессивного гена в популяции

5 . Хромосомная теория наследственности

Занятие 1. Построение генетических карт и их практическое значение

Цель: Необходимо обсудить вопросы наследственности. Особое внимание уделить хромосомной теории наследственности, построению генетических карт и их практическому значению.

Методические указания: для более подробного интерактивного рассмотрения вопросов необходимо провести семинар, где рассмотреть основные положения хромосомной теории наследственности, как основы получения животных с желательным генотипом, а также построение генетических карт и их практическое значение. Подготовку вопросов проводить в виде мини-презентации.

Некоторые данные о хромосомной теории наследственности

Хромосомная теория была обоснована Т.Г. Морганом и его сотрудниками в 1910-1920 г.г.

Основные положения хромосомной теории:

Гены расположены в хромосомах в линейном порядке на определенном расстоянии друг от друга.

Признаки, гены которых локализованы в одной хромосоме, наследуются сцеплено.

Кроссинговер может нарушить сцепление генов, что приводит к получению потомства кроссоверного типа.

На основе линейного расположения генов в хромосоме и частоты кроссинговера можно построить генетические карты хромосом.

Генетическая карта хромосом отражает схему относительного положения генов, находящиеся в одной группе сцепления.

Генетические карты составляют для каждой пары гомологичных хромосом. Каждую группу сцепления нумеруют I, II, III и т.д. группы сцепления.

Для составления генетической карты необходимо изучить число мутагенных генов. У дрозофилы найдено около 500 мутагенных генов, локализованных в 4 группах сцепления; у кур выявлено из 39 пар хромосом 8 групп сцепления, у человека из 23 пар 10 групп сцепления с небольшим количеством генов в каждой из них, причем установлено, что наибольшее число генов локализовано в X и Y – хромосомах.

При составлении генетической карты обычно пользуются определенной системой обозначения генов, принятой для каждого объекта. Однако общее их построение одинаково. В них обязательно указана группа сцепления, полное или сокращенное название генов, расстояние в морганидах от одного конца хромосомы, принятого за нулевую точку, а также место центромеры.

Создание генетических карт позволяет подсказывать характер наследования изученных признаков, а при селекционной работе вести сознательный подбор.

При рассмотрении генетических карт хромосом, построенных на основе кроссинговера (%), может возникнуть вопрос каким образом в группе сцепления определяется locus гена занимающего положение на 57 морганиде. Процент кроссоверных гамет не может быть 50, т.к. такой процент может быть только даже при независимом наследовании, при отсутствии сцепления. Но в тоже время расстояние между генами может быть более, чем 100 кроссоверных единиц. Это кажущееся несоответствие объясняется тем, что локализация генов осуществляется путем учета кроссинговера на коротких, последовательно взятых по длине хромосом участках, а на карте делится суммами величин кроссинговера, определенных для всех отдельных участков. Поэтому общая длина генетической карты может превышать величины кроссинговера, выявляемого по отдельным участкам хромосомы.

Длина хромосом не может служить показателем ее генетической активности.

Задание 1. Указать на рисунке 2. возможные места для кроссинговера в гомологичных хромосомах. Определить расстояние между выбранными для кроссинговера генами.

ОТВЕТ:

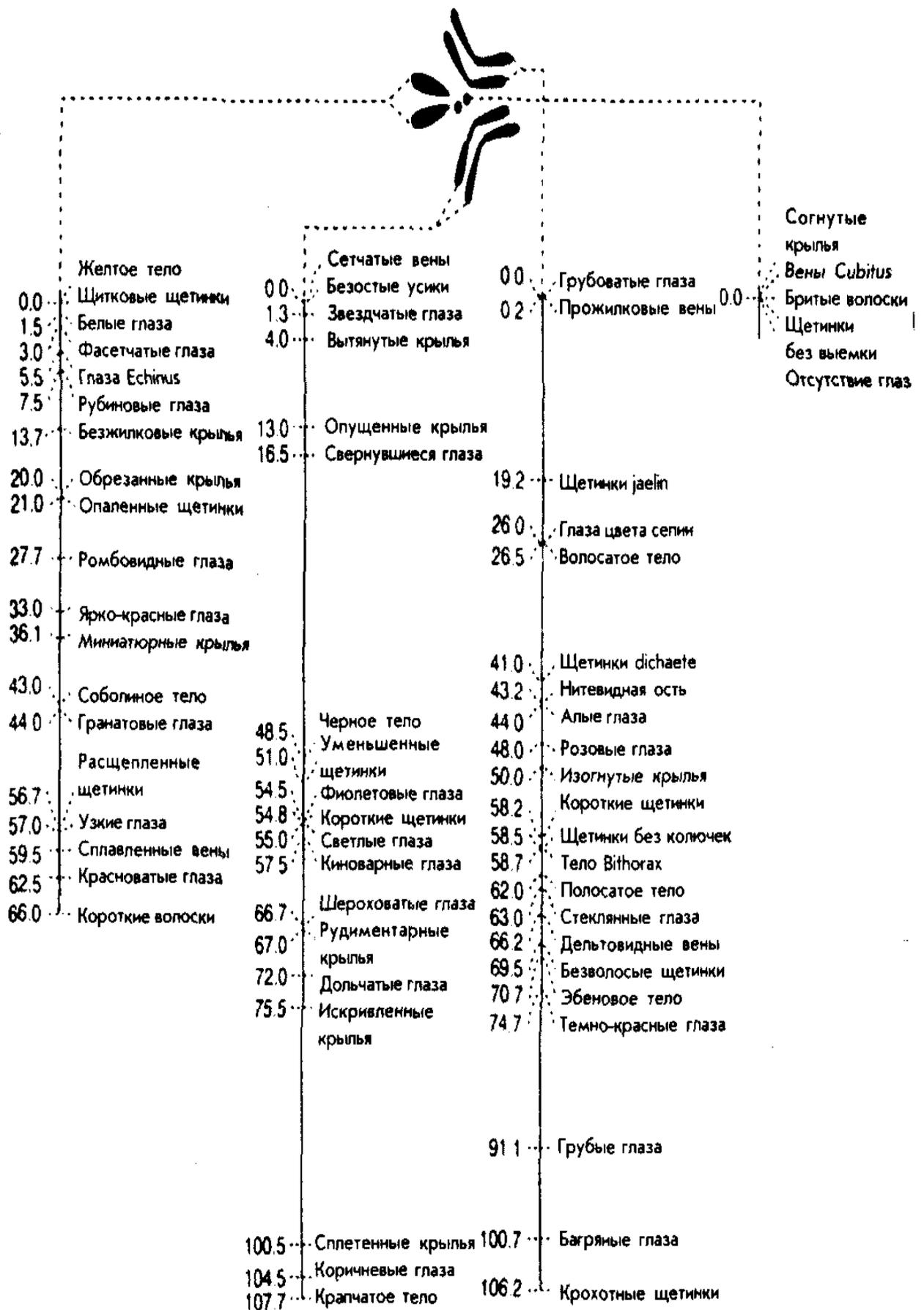


Рисунок 2- Генетическая карта хромосомы плодовой мушки дрозофилы

**Задание 2. Семинар тему «Хромосомная теория наследственности»,
подготовить выступление в виде мини-презентации по следующим
вопросам**

1. Сцепленное наследование .
2. Группа сцепления. Наследование групп сцепления.
- 3.Выявление закономерностей наследования.
4. Примеры сцепленного наследования признаков у мушки дрозофилы.
- 5.Неполное сцепление. Кроссинговер. Частота кроссинговера.
- 6.Линейное расположение генов в хромосомах
7. Опыт Т. Моргана по линейному расположению генов в хромосомах у плодовой мушки дрозофилы.
8. Цитологическое доказательство кроссинговера.
9. Морганида, ее определение и значение.
10. Определение расстояния между генами при кроссинговере.
11. Всегда ли кроссинговер приводит к генетической рекомбинации?
12. Интерференция при кроссинговере
- 13.Морганида, ее определение и значение.
14. Определение расстояния между генами при кроссинговере.
15. Всегда ли кроссинговер приводит к генетической рекомбинации
16. Двойной кроссинговер и его причины. Наследование при двойном кроссинговере.
17. Как и почему менделевское расщепление связано с расхождением хромосом в мейозе?
- 18.Генетические карты хромосом и принципы их построения.
- !9. Проявление инбридинга
20. Проявление гетерозиса
21. Трансгенез в животноводстве
22. Чистопородное разведение, как метод совершенствования племенных и продуктивных качеств животных
- 23.Скрещивание,как метод при создании новых пород совершенствовании старых
24. Гибридизация, как метод при совершенствовании пород и создании новых

Рекомендуемая литература:

1. Бакай, А.В. Генетика / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г.Скрипченко.-М.: КолосС,2006.- 448с.
2. Практикум по генетике /А.В. Бакай, И.И. [и др.] .- М.: КолосС,2010.-301 с. Петрозаводск,2004.-204с.
3. Бакай,А.В. Разведение с.х.животных / А.В. Бакай, Т.Г.Джапаридзе, Костомахин, Н.М.- М.: КолосС,2006.- 424с.
- 4.Карманова, Е.П. Практикум по генетике /Е.П. Карманова, А.Е.Болгов.- Петр.ГУ.- Петрозаводск,2004.-204с.

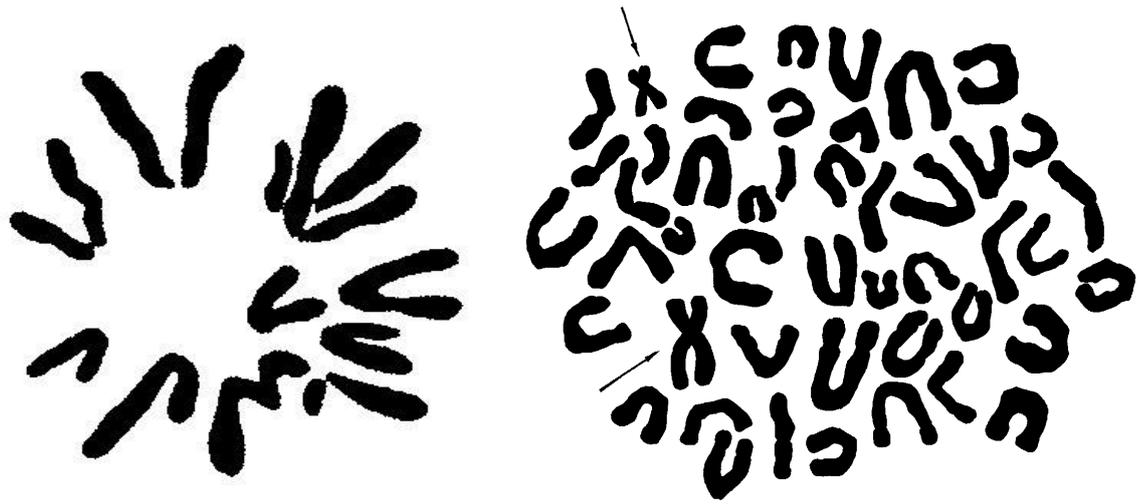


Рисунок 3- Кариотип

Задание 3. Найти гомологичные хромосомы на рисунке 3 и обозначить их цифрами. Дать морфологическую характеристику хромосом, расположенных на рисунке 4 хромосом, используя пояснения в нижерасположенном тексте

Морфологическое строение хромосом

50%;

32%;

А – метацентрические: = ЦИ = 37,1 –

Б – субметацентрические: = ЦИ = 12,6 –

В - акроцентрические: = ЦИ = 12,5 ;

Г – телоцентрические: =

1. центромера;
2. короткое плечо;
3. длинное плечо;
4. спутник;
5. теломера.

p - длина короткого плеча;
g - длина длинного плеча;
общий размер хромосом p+g.

$$\text{Центромерный индекс} = \frac{\text{длина короткого плеча (p)}}{\text{длина хромосомы (p + g)}} \times 100\% = \frac{18}{38} \times 100\% = 47,4\%$$

$$\text{Относительная длина хромосом} = \frac{\text{длина хромосомы}}{\text{длина гаплоидного набора}} \times 100\%$$

Относительная длина хромосом необходима для построения идиограммы и кариограммы.

Кариограмма - фотография хромосом индивидуально систематизированная по группам в зависимости от морфологического строения.

Идиограмма - графическое изображение хромосом с учетом их морфологических деталей: длины, расположения центромеры, вторичных перетяжек и при дифференциальной окраске расположения положительно и негативно окрашенных волос.

Центромера - соединяет две сестринские хромосомы в синтезе; - организует веретинно дробления.

Теломера – свободный участок каждого плеча хромосом, благодаря им участки хромосом не соединяются с другими хромосомами и их фрагментами.

Центрические хромосомы – имеют вторичную перетяжку.

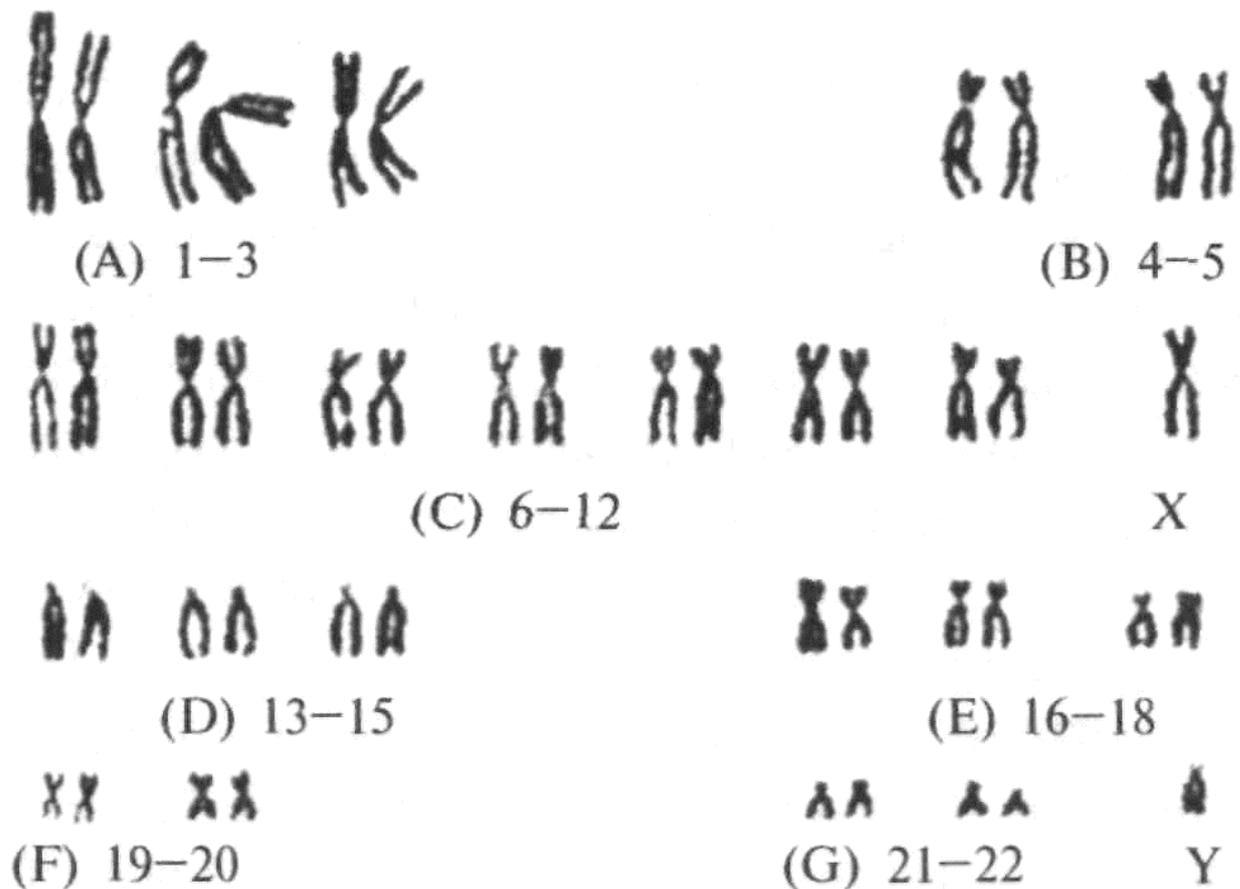


Рисунок 4- Буквы и номера гомологичных хромосом

Таблица 1_ Кариотипы - число хромосом у человека и некоторых видов животных

Вид	Число хромосом(2n)	Вид	Число хромосом(2n)
Человек- Homo sapiens	46	Индейка	82
Лошадь -Equus caballus	64	Курица	78
Лошадь Прежевальского-	66	Утка - кряква	80
Осел-Equus asinus	62	Утка мускусная	80
Европейский крупный рогатый скот-Bos taurus	60	Гусь	82
Азиатский крупныйрогатый	60	Цесарка	74

СКОТ-Bos indicus			
Кавказский буйвол-Budalus budalus	50	Перепел	78
Як-Bos gruniens	60	Фазан	82
Зубр	60	Голубь	80
Зебу	60	Радужная форель	58-62
Домашняя свинья-sus scrofa	38	Плодовая мушка	8
Дикий кабан – sus scrofa	36	Окунь	48
Овца	54	Сазан	50
Коза	60	Кошка	38
Кролик	44	Лисица	38
Норка	30-32	Собака	78
Песец	48-50	Соболь	38
Нутрия	42	МЫШЬ	40

6. Генетика пола. Механизм детерминации пола

Цель: Изучить особенности наследования признаков, связанных с полом животных, бисексуальность организмов, механизм детерминации пола, проблему регулирования пола, наследование признаков сцепленных с полом и при не расхождении половых хромосом.

Методические указания. Пол организма зависит от взаимодействия наследственной основы, полученной им от родителей, влияния условий внешней среды, в которой он развивается. Различным видам животных свойственно определенное соотношение полов

1. Частота (%) рождения особей мужского пола у некоторых видов животных:

Овца, осел, курица -49; голубь, утка – 50; лошадь, свинья -52, крупный рогатый скот 50-51.

Пол, образующий гаметы одного сорта по половым хромосомам (X и X) назвали гомогаметным, образующий два сорта гамет (X и Y) и (X и O) гетерогаметным.

2. Тип соотношения половых хромосом у разных организмов

Организм	Гетерогаметный пол	Гаметы спермии	Гаметы яйцеклетки	Зиготы самки	Зиготы самцы
----------	--------------------	----------------	-------------------	--------------	--------------

Млекопитающие	Самец	X и Y	X и X	XX	XU
Клоп	<u>Самец</u>	X и O	X и X	XX	XO
Птица	<u>Самка</u>	X и X	X и Y	XU	XX
Моль	<u>Самка</u>	X и X	X и O	XO	XX

3. Особенности наследования пола у пчел.

Самки диплоидны, самцы первично гаплоидны. У самок гаплоидность присуща лишь клеткам зародышевого пути, или клеткам, из которых развиваются гаметы. У самцов в других частях тела в кишечнике мышцах, сосудистой системе, число хромосом вторично удваивается, становясь диплоидным. В результате самцы имеют нормальные размеры тела и жизнеспособны. У самцов в мейозе не происходит редукция числа хромосом, поэтому половые клетки самцов имеют такое же число хромосом как и клетки зародышевые пути.

У медоносной пчелы самки двух типов: многочисленные стерильные рабочие пчелы и одна плодовитая пчелиная матка. Непосредственная стерильность рабочих пчел заключается в недостатке витаминов в процессе их роста. Матки и рабочие пчелы содержат по 32 хромосомы, а самцы трутни развиваются из неоплодотворенных яиц, и их клетки вначале содержат 16 хромосом.

При спаривании матки с трутнем сперма попадает в спермоприемник, где она и хранится. Матка обладает фантастической способностью хранить сперму и пропускать кладку неоплодотворенных яиц в крупные ячейки сотов, из которых затем развиваются трутни. В другом случае матка откладывает оплодотворенные яйца в более мелкие ячейки сотов, из которых развиваются рабочие пчелы.

Ответить на следующие вопросы

1. Чем определяется наследование пола по гетерогаметному типу и гомогаметному?
2. Назвать особенности наследования пола у птиц и млекопитающих?
3. Как можно объяснить наличие в пчелиной семье трех типов пчел?

Задание 1. Решение задач на «Наследование признаков сцепленных с полом» «Наследование признаков при не расхождении половых хромосом». Изучить методику сексирования спермы.

Закон независимого наследования признаков, обусловленного Менделем, проявляется лишь тогда, когда гены расположены в разных

хромосомах. Если же гены находятся в одной хромосоме, то они наследуются сцеплено. Совместное наследование признаков, ограничивающих их свободное комбинирование, называется сцепление (Т. Морган). Полное сцеплении признаков довольно редкое явление, Чаще встречается неполное сцепление.

Группа генов, локализованная, в одной хромосоме называется группой сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

Пример тесного сцепления

РР : DFDF x ddfd

Гаметы DF df

F₁ DFdf x DFdf

Гаметы DF df

Задание 2. Записать генотипы согласно хромосомной теории наследственности. Каково расщепление по генотипу у потомков при неполном и полном сцеплении признаков. Примеры выбрать самостоятельно.

Неполное сцепление – кроссинговер. Кроссинговер это обмен между участками несестринских хроматид.

Новые классы возникают в результате рекомбинации генов в процессе кроссинговера, приводящего к появлению новых гамет. Гаметы возникшие в результате кроссинговера называют кроссоверными, а потомство кроссоверами.

Кроссинговер может быть одиночный двойной множественный. О кроссинговере судят по появлению рекомбинантных гамет и особей.

Частота рекомбинаций = (число кроссоверных форм x100%): общее число потомков.

7. Молекулярные основы наследственности

Занятие 1. Строение молекулы ДНК. Особенности генетического кода

Цель - нужно знать строение молекулы ДНК и РНК, синтез белка, генетический код

Методические указания. После обоснования хромосомной теории наследственности усилия ученых были направлены на выявление материальной природы гена. Последовательность научных исследований, направленных на решение этой проблемы:

1927 год Н.К. Кольцов впервые высказал идею о материальной природе гена.

1928 год Ф. Гриффит впервые получил доказательство возможной передачи наследственности при использовании бактерий пневмококков - явление трансформации.

1944 год О. Овери, К. Мак-Леод, М. Мак. Карти, показали, что трансформирующим фактором служит ДНК.

В 1952 году работы О.Овери были подтверждены исследованиями А. Херши и М. Чейза, которые в исследованиях на бактериофагах показали, что носителем наследственной информации является молекула ДНК., ранее другими учеными было выяснено, что ДНК и РНК одновременно присутствуют в каждом живом организме.

Что нужно знать о «Молекулярных основах наследственности»?

Строение молекулы ДНК. Репликация молекулы ДНК. Строение рибонуклеиновых кислот. Транскрипция. Синтез белка. Генетический код.

Особенности генетического кода

1. Генетический код триплетный, т.е. три азотистых основания кодируют одну аминокислоту.

2. Считывание кода начинается со стартовой точки и-рнк, идет последовательно без запятых, т.е. для кода характерна однонаправленность.

3. Код неперекрывающийся, т.е. один и тот же нуклеотид не может одновременно входить в два разных триплета.

4. Код вырожденный. Одна аминокислота может кодироваться несколькими триплетами (от одного до шести). Кодом для двух аминокислот являются одиночные триплеты: это аминокислоты метионин, кодом, которой является АУГ, триптофан, кодируемый УГТ.

5. Код универсальный, в основном одинаков для всех живых существ.

Задания для самостоятельной работы по выбору студента

А) Провести игру вопросов и ответов по системе экспертных групп, где обсудить термины в варианте тестов

Полимераза –

Лигаза –

Центромера-

Хромосома –

Хроматида-

Хромонема –

Хромомера -

Неполное сцепление генов-

Полное сцепление генов-

Неполное сцепление генов -

Морганида-

Кроссоверы –

Сантиморганида-

Частота кроссинговера –

Гемизиготность – наличие генов без соответствующих партнеров(аллелей) у диплоидных организмов.

Гомозиготность –

Кроссинговер источник изменчивости. Какой? -

Б). Рассказать о использовании генетической информации на разных уровнях процесса биосинтеза белка в клетке. Обозначить процессы репликации, транскрипции, трансляции и др. и указать при каких обстоятельствах они происходят (рис. 5-7).

В). Изучить методы трансгенеза в животноводстве

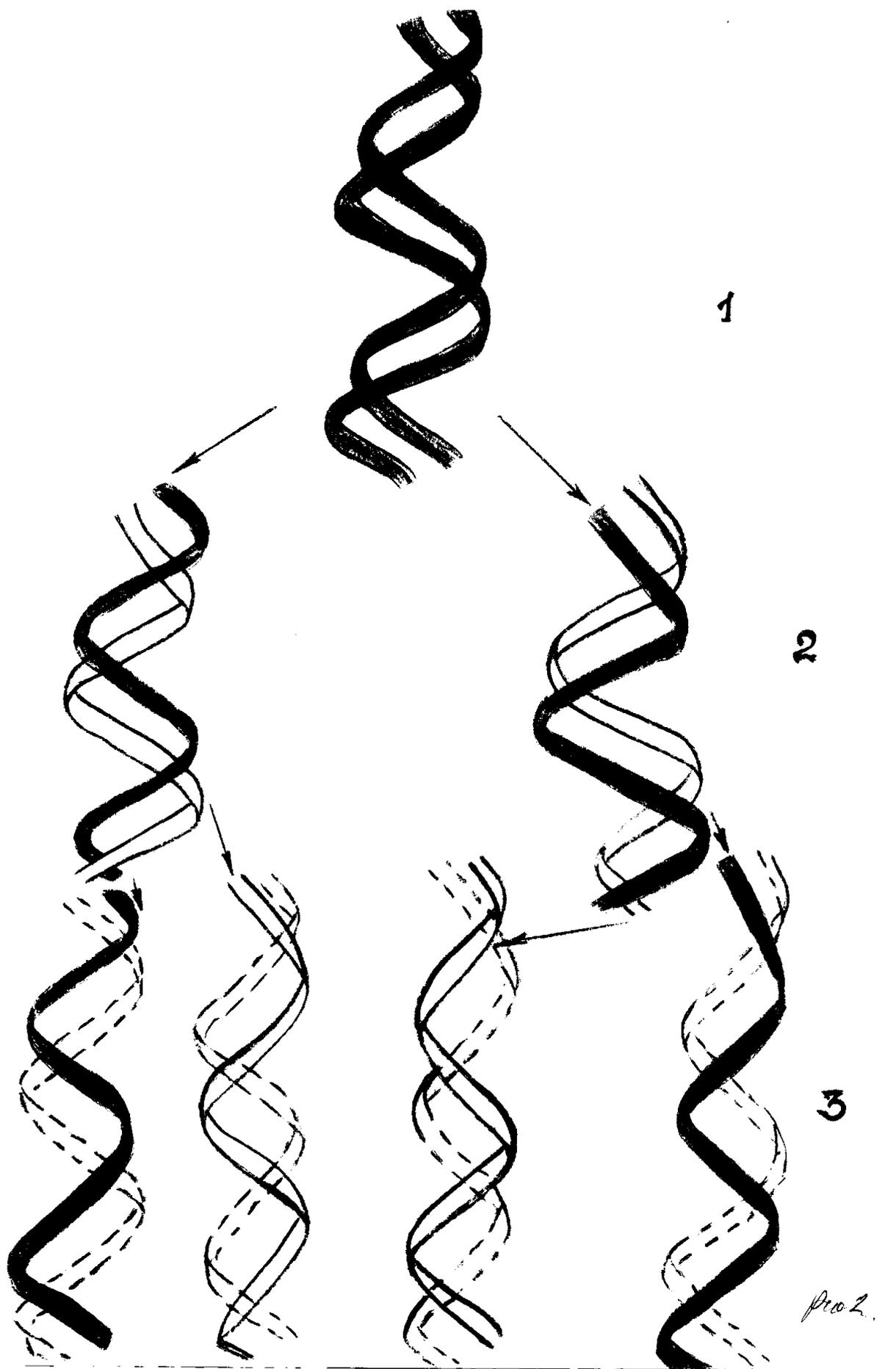


Рисунок 6_ Условная схема репликация молекулы ДНК

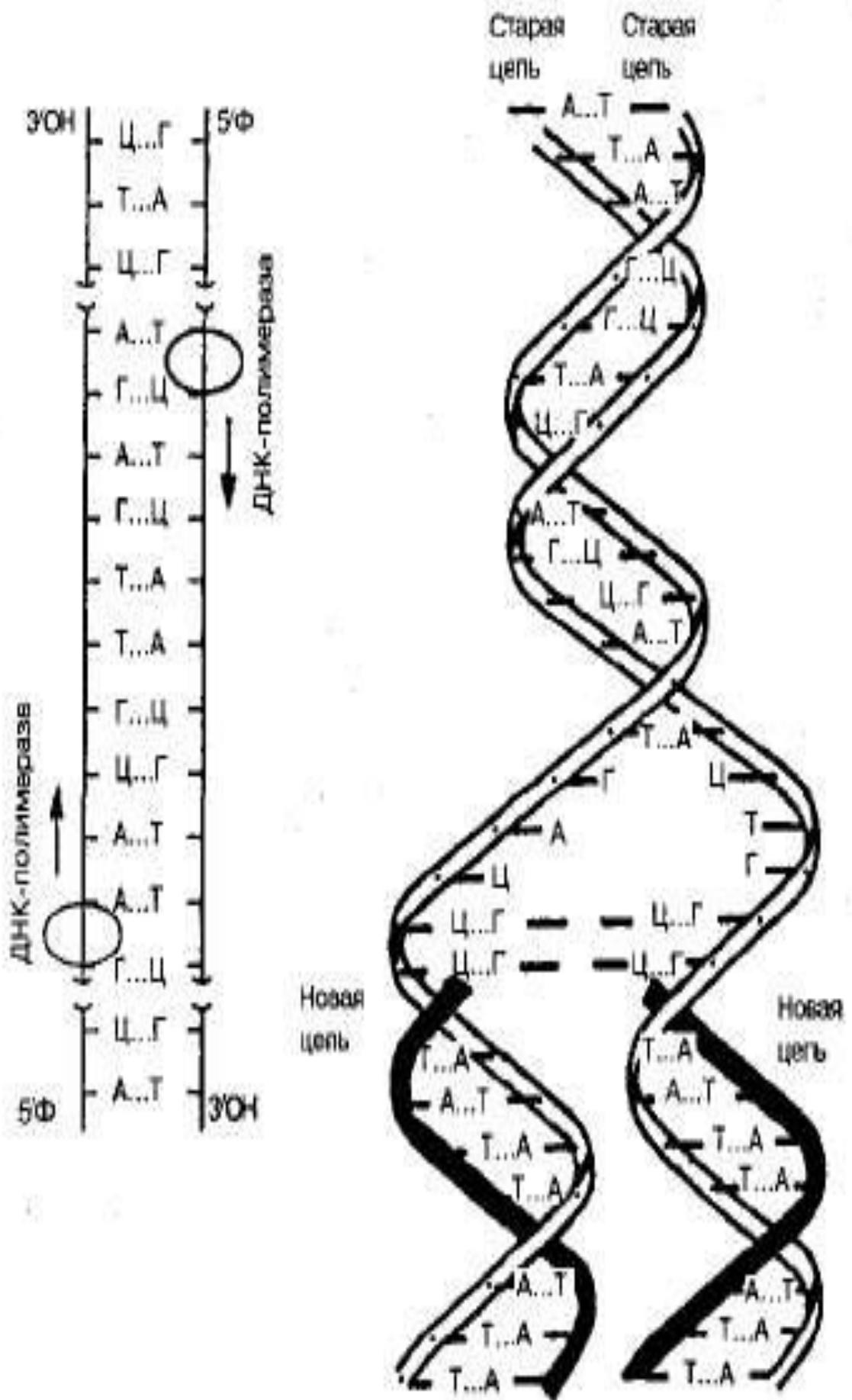


Рисунок 7- Работа фермента ДНК-полимераза молекулы ДНК

8. Цитологические основы наследственности

Занятие 1. Строение клетки животных, процессы митоза и мейоза, гаметогенеза и овогенеза

Цель- Изучить строение клетки животных, её органоиды. Акцентировать внимание на значение каждого компонента клетки в процессе передачи наследственности при синтезе белка.

Изучить в тестовом режиме процессы митоза и мейоза, гаметогенеза и овогенеза

Методические указания. Детали митоза несколько варьируют в разных типах клеток. В типичной растительной клетке образуется веретено, но отсутствуют центриоли. У грибов митоз происходит внутри ядра, без предшествующего распада ядерной мембраны. Деление самой клетки, называемое цитокинезом, не имеет жесткой связи с митозом. Иногда один или несколько митозов проходят без клеточного деления; в результате образуются многоядерные клетки, часто встречающиеся у водорослей. Если из яйцеклетки морского ежа удалить путем микро манипуляций ядро, то веретено после этого продолжает формироваться и яйцеклетка продолжает делиться. Это показывает, что наличие хромосом не является необходимым условием для деления клетки.

Размножение с помощью митоза называют бесполом размножением, вегетативным размножением или клонированием. Его наиболее важный аспект -генетический: при таком размножении не происходит расхождения наследственных факторов у потомства. Образующиеся дочерние клетки генетически в точности такие же, как и материнская. Митоз – это единственный способ самовоспроизведения у видов, не имеющих полового размножения, например у многих одноклеточных. Тем не менее даже у видов с половым размножением клетки тела делятся посредством митоза и происходят от одной клетки – оплодотворенного яйца, а потому все они генетически идентичны. Высшие растения могут размножаться бесполом путем (с помощью митоза) саженцами и усами (известный пример – клубника).

Задания для самостоятельной работы по выбору студента

Задание 1. Изучить строение клетки, сделать обозначение цветом и цифрами. Описать функцию органов цитоплазмы. Описать строение ядра. Акцентировать внимание на значение каждого компонента клетки в процессе передачи наследственности при синтезе белка.

Задание 2. Изучить процесс мейоза. Определить значение каждой фазы в передачи наследственности. В какой фазе мейоза происходит кроссинговер?

Задание 3. Изучить процесс митоза и его биологическую сущность. Ответить на вопросы в тестовом режиме на тему «Процесс деления клетки млекопитающего»

Задание 4. Указать факторы, которые могут изменить закономерности процессов митоза и мейоза и что может быть получено в результате изменения в процессе деления клетки.

Вопросы и ответы в тестовом режиме на тему **« Митоз клетки млекопитающего»**

1. Что происходит в клетке в стадии « Профаза» ?

1.1. В профазе хромосомы расщепляются, но хроматиды все еще остаются скрепленными попарно в зоне центромеры

1.2. Центриоли, расположенные теперь на противоположных полюсах клетки, оказывают организующее воздействие.

1.3. Центромеры тоже оказывают организующее воздействие на нити веретена, которые теперь тянутся от центриоли к центромере и от нее к другой центриоли.

1.4. Ядерная мембрана разрушается; одновременно специальные белки объединяются (агрегируют), формируя микротрубочки в виде нитей

1.5. Все происходит одновременно в стадию «профаза» II. Метафаза.

2. Что происходит в клетке в стадии «Метафаза»?

2.1. Хромосомы, до этого момента расположенные беспорядочно, начинают двигаться, как бы втягиваемые нитями веретена, прикрепленными к их центромерам, и постепенно выстраиваются в одной плоскости в определенном положении и на равном расстоянии от обоих полюсов.

2.2. Лежащие в одной плоскости центромеры вместе с хромосомами образуют т.н. экваториальную пластинку. Центромеры, соединяющие пары хроматид, делятся, после чего сестринские хромосомы полностью разъединяются.

2.3. Вышеуказанные процессы происходят совместно и постепенно.

3. Что происходит в клетке в стадии «Анафаза»?

3.1. Хромосомы каждой пары движутся в противоположных направлениях к полюсам, их как бы тащат нити веретена.

3.2. Образуются нити между центромерами парных хромосом.

3.3. Вышеуказанные процессы в комплексе.

4. Что происходит в клетке в стадии «Телофаза»

4.1. Как только хромосомы приближаются к противоположным полюсам, сама клетка начинает делиться вдоль плоскости, в которой находилась экваториальная пластинка.

4.2. В итоге образуются две клетки.

4.3. Нити веретена разрушаются, хромосомы раскручиваются и становятся невидимыми, вокруг них формируется ядерная мембрана.

4.4. Клетки возвращаются в фазу G_1 интерфазы. Весь процесс митоза занимает около часа.

4.5. Вышеуказанные процессы происходят совместно и постепенно в итоге образуются две клетки. Весь процесс митоза занимает около часа.

МИТОЗ В ТИПИЧНОЙ ЖИВОТНОЙ КЛЕТКЕ

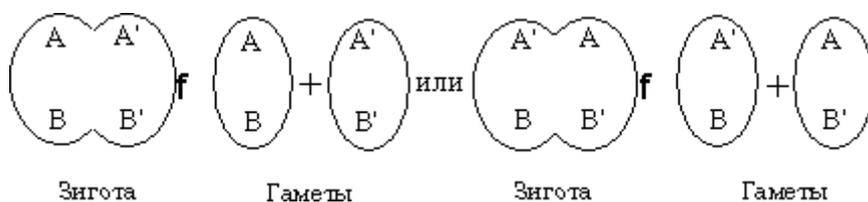


Особенности мейоза

МЕЙОЗ обеспечивает образование мужских и женских гамет. Он свойствен всем растениям и животным, размножающимся половым путем.

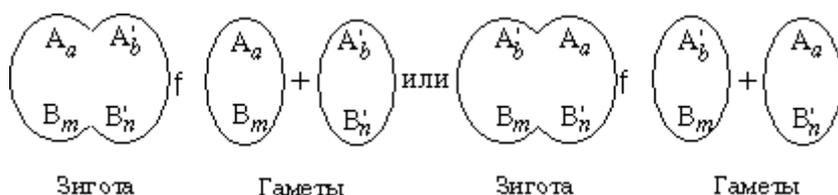
Расщепление и рекомбинация. Особенность мейоза состоит в том, что при клеточном делении экваториальную пластинку образуют пары гомологичных хромосом, а не удвоенные индивидуальные хромосомы, как при митозе. Парные хромосомы, каждая из которых осталась одинарной, расходятся к противоположным полюсам клетки, клетка делится, и в результате дочерние клетки получают половинный, по сравнению с зиготой, набор хромосом.

Для примера предположим, что гаплоидный набор состоит из двух хромосом. В зиготе (и соответственно во всех клетках организма, продуцирующей гаметы) присутствуют материнские хромосомы А и В и отцовские А' и В'. Во время мейоза они могут разделиться следующим образом:



Наиболее важен в этом примере тот факт, что при расхождении хромосом вовсе не обязательно образуется исходный материнский и отцовский набор, а возможна рекомбинация генов, как в гаметах АВ' и А'В в приведенной схеме.

Теперь предположим, что пара хромосом АА' содержит два аллеля – *a* и *b* – гена, определяющего группы крови А и В. Сходным образом пара хромосом ВВ' содержит аллели *m* и *n* другого гена, определяющего группы крови М и N. Разделение этих аллелей может идти следующим образом:



Очевидно, что получившиеся гаметы могут содержать любую из следующих комбинаций аллелей двух генов: *am*, *bn*, *bm* или *an*.

Если имеется большее число хромосом, то пары аллелей будут расщепляться независимо по тому же принципу. Это означает, что одни и те же зиготы могут продуцировать гаметы с различными комбинациями аллелей генов и давать начало разным генотипам в потомстве.

Мейотическое деление. Оба приведенных примера иллюстрируют принцип мейоза. На самом деле мейоз – значительно более сложный процесс, так как включает два последовательных деления. Главное в мейозе то, что хромосомы удваиваются только один раз, тогда как клетка делится дважды, в результате чего происходит редукция числа хромосом и диплоидный набор превращается в гаплоидный.

Во время профазы первого деления гомологичные хромосомы конъюгируют, т. е. сближаются попарно. В результате этого очень точного процесса каждый ген оказывается

напротив своего гомолога на другой хромосоме. Обе хромосомы затем удваиваются, но хроматиды остаются связанными одна с другой общей центромерой.

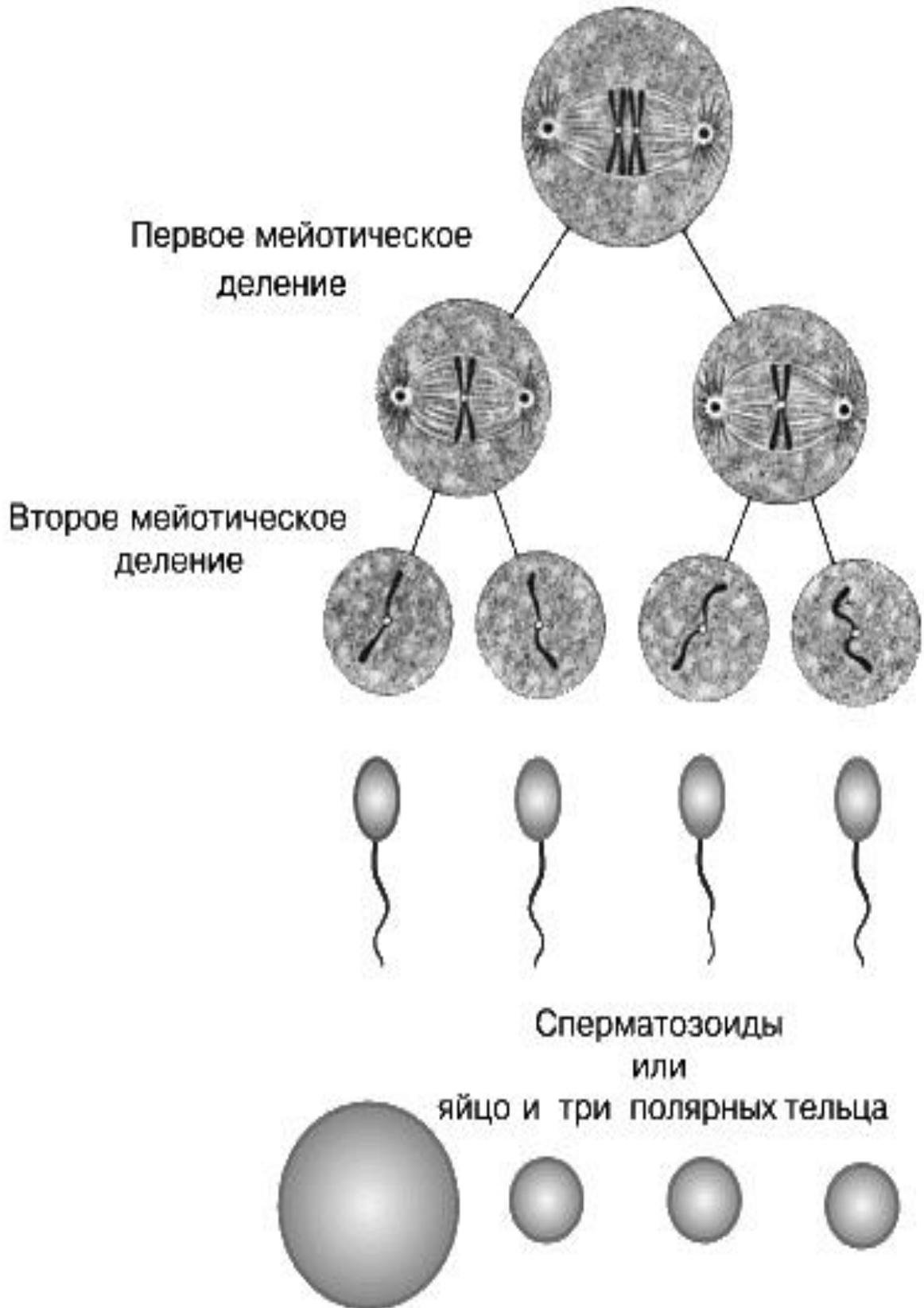
В метафазе четыре соединенные хроматиды выстраиваются, образуя экваториальную пластинку, как если бы они были одной удвоенной хромосомой. В противоположность тому, что происходит при митозе, центромеры не делятся. В результате каждая дочерняя клетка получает пару хроматид, все еще связанных центромерой. Во время второго деления хромосомы, уже индивидуальные, опять выстраиваются, образуя, как и в митозе, экваториальную пластинку, но их удвоения при этом делении не происходит. Затем центромеры делятся, и каждая дочерняя клетка получает одну хроматиду.

Деление цитоплазмы. В результате двух мейотических делений диплоидной клетки образуются четыре клетки. При образовании мужских половых клеток получается четыре спермия примерно одинаковых размеров. При образовании же яйцеклеток деление цитоплазмы происходит очень неравномерно: одна клетка остается крупной, тогда как остальные три настолько малы, что их почти целиком занимает ядро. Эти мелкие клетки, т.н. полярные тельца, служат лишь для размещения избытка хромосом, образовавшихся в результате мейоза. Основная часть цитоплазмы, необходимой для зиготы, остается в одной клетке – яйцеклетке.

Конъюгация и кроссинговер. Во время конъюгации хроматиды гомологичных хромосом могут разрываться и затем соединяться в новом порядке, обмениваясь участками следующим образом:

Этот обмен участками гомологичных хромосом называется кроссинговером (перекрестом). Как показано выше, кроссинговер ведет к возникновению новых комбинаций аллелей сцепленных генов. Так, если исходные хромосомы имели комбинации AB и ab , то после кроссинговера они будут содержать Ab и aB . Этот механизм появления новых генных комбинаций дополняет эффект независимой сортировки хромосом, происходящей в ходе мейоза. Различие состоит в том, что кроссинговер разделяет гены одной и той же хромосомы, тогда как независимая сортировка разделяет только гены разных хромосом.

МЕЙОЗ



Задание 5. Изучить строение эукариотической клетки (клетки млекопитающего). Обозначить основные органоиды цитоплазмы в цифрах. Дать характеристику основных органоидов цитоплазмы (таблица № 2). Акцентировать внимание на значении каждого компонента клетки в процессе передачи наследственности при синтезе белка. Используйте примечание*

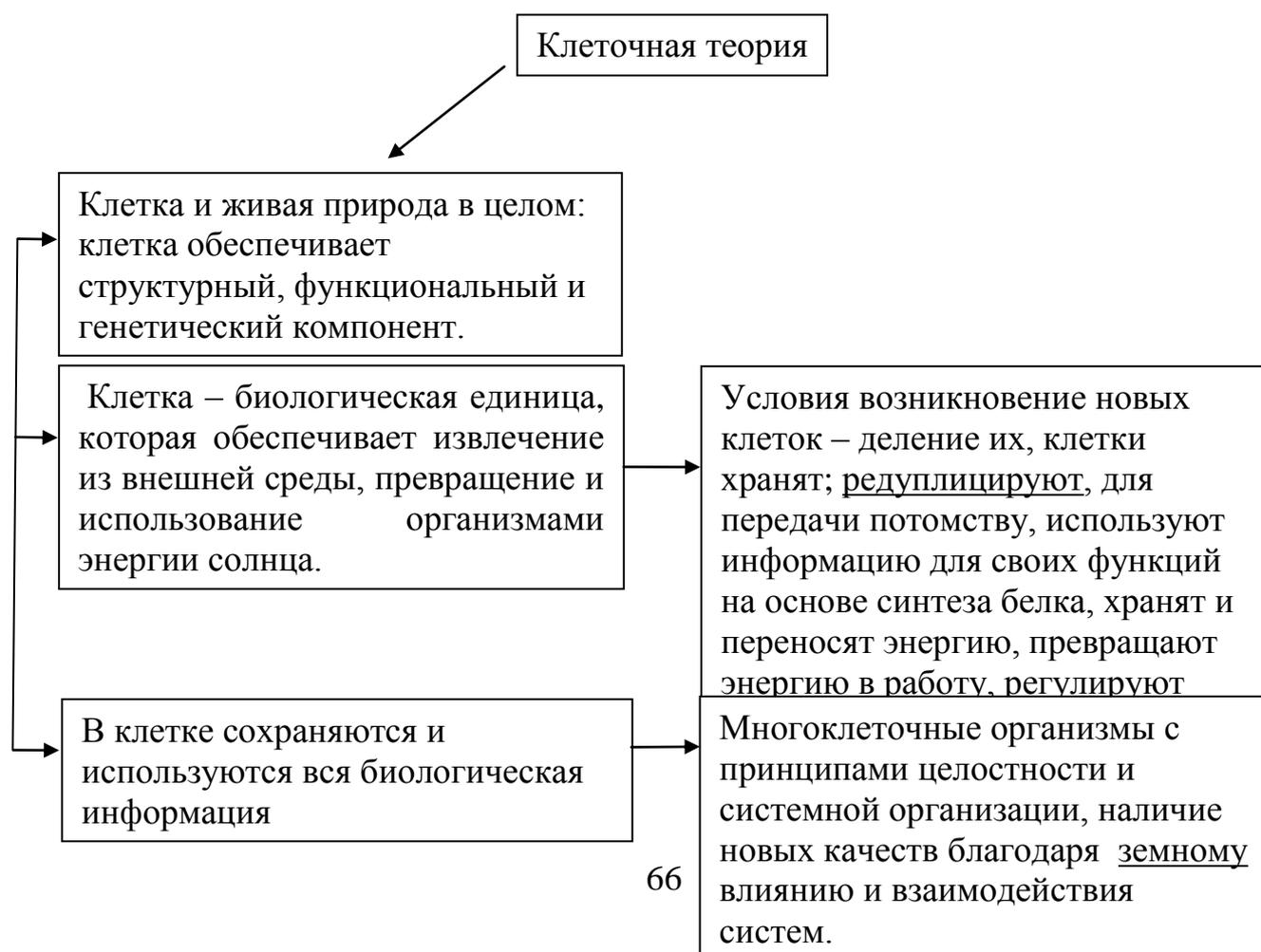


Рисунок 10_ Схема строения эукариотической клетки (клетки млекопитающего) 1. Ядро 2. Хромосома 3. Ядрышко; 4. Ядерная мембрана 5. кариоплазма 6. Митохондрии 7. Клеточная мембрана 8. Рибосомы 9. Аппарат Гольджи 10. Эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум) 11. Центриоли 12. Лизосомы

Таблица 2_ Характеристика составных частей клетки.

Название	Особые названия, размеры	Роль в синтезе белка (передача наследственной информации)
1. Ядро		
- Ядрышко		
- Кариоплазма		
- Хромосомы		
2. Цитоплазма		
- Рибосомы		
- Аппарат Гольджи		
- Эндоплазматическая сеть (ретикулум)		
- Лизосомы		
- Митохондрии		
- Центриоли		
3. Клеточная мембрана		

**История: Прокариоты: безъядерные (бактерии, сине-зеленые водоросли), Эукариоты: обладающие ядром (многоклеточные организмы).



*****Строение клетки.***

1. Ядро – хромосомы.

2. Хромосома.

3. Ядрышко – синтез РНК.

4. Ядерная мембрана.

5. Вакуоль для растительной клетки.

6. Клеточная мембрана.

7. Рибосома – синтез белка (совместно с эндо-плазматической сетью) рибонуклеиновые частицы.

8. Аппарат Гольджи – место для хранения веществ, вырабатывающие гранулирующие эндо-плазматической сетью.

9. Эндо-плазматический ретикулум: а) с рибосомами; б) только мембранная.

10. Центриоли

11. Лизосома – защитная функция от вирусов (расщепляет чужеродные ДНК).

12. Митохондрии – выработка энергии для обмена веществ.

Примерные задачи для тренинга

1. Моногибридное скрещивание.

Задача 1. У кроликов нормальная длина шерсти доминирует над ангорской (длинной). При скрещивании нормальной гомозиготной самки с гомозиготным ангорским самцом. Каков будет фенотип потомков в F_1 и F_2 ?

Задача 2. При скрещивании самцов кроликов с укороченной шерстью (рекс) с крольчихами с нормальной шерстью было получено потомство с нормальной шерстью, а во втором поколении получилось потомство с расщеплением 3:1 или 430 с нормальной шерстью, а 135 с короткой шерстью. Скрещивание F_1 с кроликами с шерстью Рекс дало 65 нормальных потомков и 55 рекс. Определить какой признак является доминантным? Постройте схему скрещивания, где укажите генотипы исходных родительских форм и потомков.

Задача 3. От крольчихи рекс в одной и том же было получено 7 крольчат – 3 с нормальной длинной шерстью и рекс. Каков был фенотип и генотип самца и самки?

Задача 4. Пестрый самец был спарен с тремя крольчихами. От пестрой самки было получено 4 пестрых крольчонка и один сплошной окраски.

От сплошь окрашенной самки «А» было получено 2 крольчонка со сплошной окраской.

От другой сплошь окрашенной «Б» самки было получено 2 пестрых крольчонка. Определите генотипы родителей и потомков. Построить схемы скрещивания.

Задача 7. Какое потомство будет получено в F_1 и F_2 при спаривании алеутской (голубовато-серой) и белой норки со стандартными. Доминирует стандартная окраска меха. Какие щенки были получены в результате возвратного скрещивания при спаривании гибридов F_1 с алеутскими и белыми норками?

Задача 8. У собак жесткая шерсть доминирует над мягкой, а черная над коричневой. От спаривания жесткошерстных родителей появился жесткошерстный щенок. Как выяснить его генотип? Какие по генотипу и фенотипу были родители? Составить схему скрещивания

Задача 9. Коричневая (кофейная) самка была спарена с черным кобелем и за несколько щенений принесла 15 щенков, из которых 8 черных и 7 коричневых. Каковы генотипы родителей и потомков? Составить схему скрещивания

Задача 10. У кур нормальное оперение доминирует над шелковистым оперением. От гетерозиготной курицы и петуха было получено 120 цыплят. Определить генотипы и фенотипы родителей и потомства. Какое количество цыплят будет иметь нормальное и шелковистое оперение? Какие потомки получатся от спаривания F_1 с шелковистым оперением со своими родителями? Построить схему скрещивания, сделать условные обозначения.

Задача 11. Скрещивание белых леггорнов с курами различных черных пород в F_1 дает всех белых потомков. Разведение белых гибридов «в себе» в F_2 дает расщепление в отношении 3:1. Спаривание птицы F_1 с черной дает расщепление 1:1. Построить схему скрещивания, сделать условные обозначения

Задача 12. Комолый бык был спарен с тремя коровами. От спаривания с рогатой коровой А был получен рогатый теленок, от спаривания с комолой коровой В был получен тоже рогатый теленок, от спаривания с рогатой коровой – комолый теленок. Каковы генотипы родителей в каждом варианте спаривания? Напишите схемы спаривания, введите условные обозначения. Какой должен быть производитель, чтобы всё стадо в дальнейшем было комолым?

Задача 13. При наследовании курчавости у скота красной степной породы выяснилось, производитель по кличке Дерксент давал потомство с завитками шерсти на шее. От спаривания его с некурчавыми (нормальными коровами) было получено 33 курчавых и 34 некурчавых теленка. Некурчавые коровы с некурчавыми быками давали некурчавых телят. Как наследуется курчавость в породе? Составьте схему спаривания и определите генотипы родителей.

Задача 14. Шведский ученый И. Иоганссон описал случай когда при разведении лошадей першеронской породы от спаривания чалых першеронов с воронными все потомки в F_1 имели чалую масть, в F_2 при разведении «в себе» было расщепление 3 :1(чалые и вороные) Объяснить полученный результат. Построить схему скрещивания, ввести обозначения. Какая масть является доминантно

Задача 15. У каракульских овец от спаривания серых баранов с черными матками было получено 18 черных и 18 серых ягнят, от спаривания черного барана с бурными матками родилось 28 бурных и 32 черных ягненка. Как доминируют признаки окраски шерсти в породе? Какие были родители по окраске шерсти? Введите обозначения и напишите схемы скрещивания

Задача 16. Лисицы с генотипом «Рр» имеют платиновую окраску, рр-серебристо-черную. Обычно платиновые лисицы при разведении «в себе» дают расщепление в соотношении 2:1 платиновые и серебристо-черные, а иногда рождаются чисто белые щенки, которые вскоре погибают. Какое может быть действительное расщепление у потомства? Как называется такой тип наследования? Каков должен быть генотип лисиц при спаривании, чтобы не было отхода в потомстве. Напишите схему спаривания

Задача 17. При скрещивании черного петуха с белой курицей получены крапчатые цыплята в F_1 , а в F_2 идет расщепление, 1:2:1 .Какое, будет потомство у кур от скрещивания крапчатых петухов с черными и белыми курами Введите обозначения. Напишите схему скрещивания. Как вывести кур с белым оперением?

2. Дигибридное и полигибридное скрещивание

Задача 1. У дрозофилы серая (нормальная) окраска тела и нормальные по длине крылья определяются доминантными генами В и V, а черная окраска тела и зачаточные крылья – их рецессивными аллелями b и v. Какой фенотип будут иметь родители и их потомки, полученные от следующих спариваний: BbVv x bbvv, bbVv x bbVv, BbVv x BBVv, BBVV x Bbv

Задача 2. У собак черная окраска шерсти «В» доминирует над коричневой или кофейной «в», короткошерсткость «L» доминирует над длинношерстностью «l», висячее ухо «H» над стоячим «h», сплошная окраска «S» доминирует над пегой «s». От спаривания черно-пегой самки с коричневым самцом получено 5 щенков, из которых 2 коричнево-пегих, черно-пегий, 1 коричневый, 1 черный. Определите генотипы родителей и будущего потомства. Пропишите формулы генотипа.

Задача 3. У морской свинки курчавая шерсть определяется геном R, гладкая – г, короткая L, длинная l, черная B, белая b. Какое будет F₁ и F₂ при скрещивании гетерозиготных свинок, различающихся по аллелям всех трех генов? Что получится при скрещивании гибрида F₁ с гладко и длинношерстной белой свинкой? Прописать гаметы родительских особей, а также генотипы потомства.

Задача 4. У кур черная окраска оперения определяется геном E, бурая, наличие хохла, отсутствие. Бурый хохлатый петух скрещен с черной курицей без хохла. В потомстве половина цыплят черных хохлатых и половина бурых хохлатых. Каковы генотипы родителей-петуха и курицы?

Задача 5. У кур наследование формы гребня проходит по принципу комплементарности, т.е. взаимодополнения. Две пары генов могут взаимодействовать таким образом, что ни один из доминантных генов не проявит соответствующего эффекта в отсутствии второго доминантного гена. Скрещивание гомозиготной птицы, имеющей розовидный гребень (RRpp) с гомозиготной, имеющей гороховидный гребень (rrPP) были получены куры с розовидной формой гребня (RrPp). При разведении таких кур «в себе» получены потомки в F₂ разными формами гребня:

R..P..- ореховидная форма

R..pp – розовидная форма

rr P.. – гороховидная форма

rr pp – листовидная форма

Составить решетку Пеннета и получить расчет соотношения наследования формы гребня по закону дигибридного скрещивания 9:3:3:1 по фенотипу.

Примечание. При полигибридном скрещивании число сортов гамет, образуемых организмом того или иного генотипа, равно 2^n , возведенным в степень, равную степени гетерозиготности, т.е. 2^n , где «n» – количество признаков, по которым устанавливается гетерозиготность.

3. Задачи для выполнения контрольных заданий по теме ветеринарная генетика

Задача 1. При ротации быка Амора норвежской опландской породы в результате спаривания со своими дочерьми было получено 55 телят, из которых 11 имели сильно укороченный позвоночник (бык и дочери имели нормально развитый позвоночник). Телята, рожденные с этим дефектом, погибли. Каковы причина и тип наследования этой патологии?

Задача 2. При разведении крупного рогатого скота шортгорнской породы наиболее часто рождается потомство с красной и чалой (смесь бурых и белых шерстинок) мастью. Значительно реже рождаются белые потомки, либо рождение белых шортгорнов регистрируют только от родителей белой масти. Напишите генотипы родителей с красной, белой и чалой мастью. Составьте возможные варианты скрещивания и укажите масть получаемого потомства. Что необходимо сделать для создания стада шортгорнов с белой мастью и избежать рецессивной патологии проявления инбридинга?

Задача 3. Карликовость (ахондроплазия) у крупного рогатого скота обусловлена рецессивным аутосомным геном, а его аллель *A* контролирует нормальное развитие организма. В стаде черно-пестрого скота учхоза «Донское» из 694 телят двое родились карликовыми. Какова частота гена карликовости и гетерозиготных животных в стаде? Какова частота появления карликовых телят при случайном спаривании фенотипически здоровых животных?

Задача 4. У тонкорунных овец встречаются особи с короткоухостью, безухостью, которая у овец некоторых пород сочетается с глухотой и с нормально развитой ушной раковиной (длинноухие). Причем от скрещивания длинноухих с безухими рождаются особи с укороченными ушами (средними между родителями), а при разведении особей первого поколения «в себе» происходит расщепление потомства по фенотипу в соотношении 1 длинноухое : 2 стреловидных : 1 безухое. Как наследуется признак? Какова вероятность рождения короткоухих ягнят при разведении длинноухих овец? Дайте ваши рекомендации по снижению вероятности рождения короткоухих ягнят.

Задача 5. Среди цигайских овец обнаружен баран с короткими ногами. В приплоде этого барана около половины ягнят были коротконогими.

Как наследуется коротконогость? Можно ли создать стадо коротконогих овец?

Задача 6. Укорочение нижней челюсти у овец связано с рецессивными генами и является существенным пороком.

Как избежать появления в потомстве особей с этой патологией, если требуется заменить барана из числа своих или закупить в других хозяйствах?

Задача 7. От скрещивания рогатого барана с рогатыми овцами получено: от одной — два рогатых потомка, от другой — один рогатый и один комолый. При скрещивании того же барана с комолой овцой получено два потомка, оба безрогие.

Как наследуется рогатость у овец? Каковы генотипы у родителей и потомков?

Задача 8. От 16 дочерей жеребцов-производителей Тревисо и Сэр Ласт — чистопородных першеронов — получено 42 жеребенка, у пятерых из которых отмечали извитость волосяного покрова. Тревисо был дедом по материнской, а мать — бабкой по отцовской линии жеребца Сэра Ласта.

Как объяснить появление в потомстве извитости волоса? Напишите схему подбора.

Задача 9. Из 143 жеребят — потомков производителя Годвана, имеющего аниридию (отсутствие радужной оболочки глаз), хотя его отец и мать были здоровыми, у 65 установлено наличие этой патологии.

Объясните появление этой наследственной болезни у жеребят и у самого Годвана. Можно ли использовать здоровых детей Годвана? Как профилактировать проявление этой патологии?

Задача 10. У лошадей существует масть паломино — золотисто-желтое туловище, светлая грива и хвост. Эта масть появляется при спаривании альбиносов с особями гнедой масти. При разведении «в себе» особей масти паломино отмечено разнообразие мастей в соотношении, приближающемся к 1 альбинос : 2 паломино : 1 гнедая.

Определите тип наследования масти паломино.

Задача 11. У лошадей встречается наследственная болезнь гортани, выражающаяся характерным хрипом при беге. От больных родителей иногда рождаются здоровые жеребята.

Определите тип наследования этой патологии. Какова вероятность проявления этой патологии при разведении лошадей. Назовите методы выявления и профилактики распространения этой патологии.

Задача 12. Среди лошадей чистокровных верховых пород встречается носовое кровотечение (блютерство), обусловленное аутосомным рецессивным геном

n. Его аллель *N* не вызывает носового кровотечения. Среди 287 скаковых лошадей было зарегистрировано 27 блютеров, погибших во время скачек. Определите частоту носового кровотечения, доминантного (*N*) и рецессивного (*n*) аллелей. Какова частота гетерозиготных лошадей — носителей гена носового кровотечения? Какова вероятность появления лошадей с носовым кровотечением в следующем поколении при случайном спаривании фенотипически здоровых лошадей? Сохранится ли в популяции генное равновесие после элиминации животных с генотипом *nn*?

Задача 13. Две соседние фермы занимались разведением свиней крупной белой породы. Фермы провели ротацию производителей с целью повышения продуктивности потомства. Однако в итоге на обеих фермах начали рождаться безногие поросята. Известно, что безноготь поросят обусловлена рецессивными генами *aa*.

Напишите схему проявления этой патологии у свиней. Каковы причина проявления и процент убытков от постнатальной смертности потомства? Укажите методы профилактики.

Задача 14. Один из признаков полового диморфизма у кур — форма оперения. У породы кур себрайт-бентамки (золотистые и серебристые) нормальные петухи имеют наряд, называемый куроперостью, обусловленный аутосомным доминантным геном *Hp* и встречающийся только у самцов. При кастрации куроперого петуха наблюдали маскулинизацию оперения, при пересадке каплунам семенников от нормальных пород оперение снова становилось куроперым. У других пород при кастрации петухов форма оперения приближалась к оперению самки, а при пересадке семенников от куроперого петуха себрайта восстанавливался петушиный наряд.

Чем можно объяснить это явление?

Задача 15. Бесхвостость у кур может быть вызвана разными причинами, в том числе резким изменением температуры в период первой недели инкубации, сильной тряской яиц перед инкубацией, инъекцией инсулина в яйца перед инкубацией.

Будет ли бесхвостость, полученная в результате воздействия указанных факторов, передаваться потомству? Как классифицировать эти факторы воздействия?

Задача 16. Форма гребня у кур — породный признак. Гены, обуславливающие форму гребня, в некоторых случаях выступают в качестве маркеров.

Куры породы виандот характеризуются розовидным гребнем, только около 15 % особей имеют листовидный гребень. Гомозиготные куры (*RR*) не отличаются по фенотипу от гетерозиготных (*Rr*). Установлено, что гомозиготные петухи имеют пониженную плодовитость (80 %) по сравнению с генотипами *Rr* и *rr* (91 %).

Объясните появление виандотов с листовидным гребнем. Можно ли избежать появления этого признака у птиц?

Задача 17. При скрещивании кур породы корниш с розовидным гребнем с петухами генотипа RR оплодотворяемость яиц составляет 15 %, при скрещивании с петухами Rr — 40%. У петухов с генотипом RR низкий процент сперматозоидов с поступательным движением и более короткий период их жизни в половых путях курицы.

Ген R ведет себя как доминант по форме гребня и как рецессив по мужской плодовитости. При искусственном осеменении кур гт смесью равных количеств спермы от петухов RR и Rr получили цыплят с розовидным и листовидным гребнем в соотношении 1:1.

Проанализируйте полученный результат. Чем вызвано такое расщепление? Как повысить оплодотворяемость и выход молодняка, используя эти генетические особенности?

Задача 18. От чего легче избавиться — от рецессивного (листовидный гребень) или доминантного (оперение ноги) признака у кур? Эти гены находятся в различных негомологичных хромосомах.

Напишите схему скрещивания. Обоснуйте сроки и вероятность такой селекции.

Задача 19. При разведении «в себе» горностаевых кур в потомстве из 40 цыплят получено 20 горностаевых, 10 черных и 10 белых.

Как наследуется горностаевый цвет оперения у кур? Сколько цыплят каждого типа окраски можно ожидать?

Задача 20. При разведении кур с нормальным оперением (доминирует над шелковистым) получено 98 цыплят.

Какую часть из них можно ожидать с нормальным оперением и какую — с шелковистым? Как сократить или исключить вероятность появления кур с шелковистым оперением?

Задача 21. Наследственное заболевание порфирия, обусловленное аутосомным рецессивным геном p , у крупного рогатого скота и свиней вызывает накопление порфирина в крови и некоторых тканях и приводит к чрезвычайной чувствительности животных к солнечному свету. Болезнь проявляется в виде изъязвлений вокруг глаз, носа и других частей тела, не защищенных волосьяным покровом.

Определите возможную частоту проявления этой болезни при следующих вариантах скрещивания:

если спариваются гетерозиготные по гену порфирии животные;

если один из родителей здоров, а другой больной;

если один из родителей больной, а другой гетерозиготен по гену порфирии.

Напишите схему проверки приобретаемых производителей на данную болезнь.

Задача 22. У некоторых пород свиней черная масть доминирует над красной. При скрещивании дюрок-джерсейских маток красной масти с хряком крупной черной породы в потомстве получено 40 черных поросят. При спаривании свинок F_1 с хряком дюрок-джерсейской породы получено 19 черных поросят и 23 красных разных оттенков. При дальнейшем разведении «в себе» в поколениях F_1 и F_2 все поросята оказались красными. Объясните результаты скрещивания.

Задача 23. В овцеводческом хозяйстве выявлено 14% разнополых ягнят с кривошеей (искривление шеи и косое положение головы), которые рождались от нормальных по фенотипу родителей и имели во втором поколении общего предка. Составьте схему скрещивания и определите генотипы родителей аномальных ягнят. Определите тип наследования и возможные методы профилактики этой патологии.

Задача 24. У кошек полидактилия обусловлена доминантной мутацией *Pd*. У гомо- и гетерозигот по такой мутации появляется 1—3 нормально развитых добавочных пальцев. Количество пальцев на разных лапах может варьировать. Чаще всего аномалия характерна для передних лап. Какова вероятность рождения нормального котенка, если оба аномальных родителя гетерозиготны по гену полидактилии? Какова вероятность рождения нормальных котят, если нормальную кошку (*pdpd*) скрестили с аномальным котом, гетерозиготным по гену полидактилии?

Задача 25. У кошек имеется серия множественных аллелей, определяющих характер распределения темных полос и пятен на теле. Эти аллели располагаются в порядке доминирования следующим образом: *T* (нормальная аллель тэбби) > *Ta* (абиссинский тэбби) > *tb* (пятнистый или мраморный тэбби). *T* полностью доминирует над *tb*, но не полно доминирует над *Ta*. *Ta* обуславливает отсутствие рисунка. У гомозигот по этому аллелю (*TaTa*) никаких полос на теле не обнаруживают. У гетерозигот *Tta* полосы на хвосте, морде и лапах, *tb* превращает поперечные полосы в завитки или разводы неправильной формы. Сколько может быть разных генотипов при участии перечисленных аллелей? Кот, на теле которого отсутствует рисунок, скрещен с полосатой кошкой, в потомстве встречаются мраморные котята. Каковы Генотипы родителей и потомства?

Задача 26. У кошек иногда встречается мутация, называемая «четыре уха» (*dp*). У животных, имеющих эту мутацию, вырастает четыре уха. При

скрещивании таких животных с нормальными рождаются только нормальные особи. Если же этих нормальных потомков F_1 скрестить повторно с аномальными родителями, имеющими «четыре уха», то в потомстве от этого скрещивания появляются нормальные и аномальные котята в отношении 1:1. Как наследуется эта аномалия?

Задача 27. У кошек короткая шерсть (Hr) доминирует над бесшерстностью (hr).

Какое потомство можно ожидать от скрещивания бесшерстного кота с гомозиготными кошками, имеющими короткую шерсть? Какое потомство можно ожидать от скрещивания короткошерстного кота с бесшерстной кошкой, если известно, что кошка в прошлом принесла от этого же кота бесшерстного котенка?

Задача 28. У кошек множественный аллель, обуславливающий окраску шерсти, состоит из генов: C (однородный окрас) $> cb$ (бирманский альбинизм) $> cs$ (сиамский альбинизм) $> ca$ (голубоглазый альбинизм), расположенных в порядке убывания доминирования. При бирманском альбинизме более интенсивно окрашены участки шерсти на кончиках лап, хвоста, ушей, на носу. На остальных участках тела интенсивность пигментации несколько слабее, чем в норме.

Очень сходна по проявлению мутация сиамского альбинизма, но у гомозигот $cscs$ в целом депигментация гораздо сильнее, чем у гомозигот $cbcb$. Гетерозиготы $cscb$ окрашены темнее, чем типичные бирманские гомозиготы $cbcb$ и сиамские гомозиготы $cscs$. У особей $casca$ (голубоглазый альбинизм) пигментация отсутствует везде, за исключением глаз. Глаза у этих кошек бледно-голубые.

Составьте схему скрещивания и установите генотипы потомков, если скрестить кота с кошкой однородного окраса шерсти, имеющей мутацию бирманского альбинизма, причем оба животных гетерозиготны по гену ca | если животное однородного окраса, гетерозиготное по гену сиамского альбинизма, причем оба животных гетерозиготны по гену ca .

Составьте схему подбора родителей для того, чтобы в их потомстве встречались особи с однородным окрасом, британским и голубоглазым альбинизмом.

Задача 29. Эпилепсия и судороги широко известны как функциональные заболевания нервной системы почти у всех видов домашних животных. Генеалогический анализ свидетельствует о том, что судорожные припадки связаны с предполагаемым рецессивным типом наследования. Данную патологию отмечают у коз заанненской породы, разводимой в США.

Определите порядок ваших действий в случае закупки коз в США, с тем чтобы не допустить завоза в нашу страну носителей этого генетического дефекта. Как проверить производителя на гетерозиготное носительство данной мутации?

Задача 30. Укорочение позвоночника (перокормия) выявлено при разведении коз заанненской породы. Патология характеризуется срастанием III—VI шейных позвонков и укорочением позвоночника. Аномалия проявляется при тесном инбридинге.

Каков тип наследования данной патологии? Составьте схему возможного исследования данного заболевания и предложите методы его профилактики.

Задача 31. При ротации быка Амора норвежской опландской породы в результате спаривания со своими дочерьми было получено 55 телят, из которых 11 имели сильно укороченный позвоночник (бык и дочери имели нормально развитый позвоночник). Телята, рожденные с этим дефектом, погибли.

Каковы причина и тип наследования этой патологии?

Задача 32. При разведении крупного рогатого скота шортгорнской породы наиболее часто рождается потомство с красной и чалой (смесь бурых и белых шерстинок) мастью. Значительно реже рождаются белые потомки, либо рождение белых шортгорнов регистрируют только от родителей белой масти.

Напишите генотипы родителей с красной, белой и чалой мастью. Составьте возможные варианты скрещивания и укажите масть получаемого потомства. Что необходимо сделать для создания стада шортгорнов с белой мастью и избежать рецессивной патологии проявления инбридинга?

Задача 33. Карликовость (ахондроплазия) у крупного рогатого скота обусловлена рецессивным аутосомным геном, а его аллель *A* контролирует нормальное развитие организма. В стаде черно-пестрого скота учхоза «Донское» из 694 телят двое родились карликовыми.

Какова частота гена карликовости и гетерозиготных животных в стаде? Какова частота появления карликовых телят при случайном спаривании фенотипически здоровых животных?

Задача 34. У тонкорунных овец встречаются особи с короткоухостью, безухостью, которая у овец некоторых пород сочетается с глухотой и с нормально развитой ушной раковиной (длинноухие). Причем от скрещивания длинноухих с безухими рождаются особи с укороченными ушами (средними между родителями), а при разведении особей первого поколения «в себе» происходит расщепление потомства по фенотипу в соотношении 1 длинноухое : 2 стреловидных : 1 безухое.

Как наследуется признак? Какова вероятность рождения короткоухих ягнят при разведении длинноухих овец? Дайте ваши рекомендации по снижению вероятности рождения короткоухих ягнят.

Задача 35. Среди цигайских овец обнаружен баран с короткими ногами. В приплоде этого барана около половины ягнят были коротконогими.

Как наследуется коротконогость? Можно ли создать стадо коротконогих овец?

Задача 36. Укорочение нижней челюсти у овец связано с рецессивными генами и является существенным пороком.

Как избежать появления в потомстве особей с этой патологией, если требуется заменить барана из числа своих или закупить в других хозяйствах?

Задача 37. От скрещивания рогатого барана с рогатыми овцами получено: от одной — два рогатых потомка, от другой — один рогатый и один комолый. При скрещивании того же барана с комолой овцой получено два потомка, оба безрогие.

Как наследуется рогатость у овец? Каковы генотипы у родителей и потомков?

Задача 38. От 16 дочерей жеребцов-производителей Тревизо и Сэр Ласт — чистопородных першеронов — получено 42 жеребенка, у пятерых из которых отмечали извитость волосяного покрова. Тревизо был дедом по материнской, а мать — бабкой по отцовской линии жеребца Сэра Ласта.

Как объяснить появление в потомстве извитости волоса? Напишите схему подбора.

Задача 39. Из 143 жеребят — потомков производителя Годвана, имеющего аниридию (отсутствие радужной оболочки глаз), хотя его отец и мать были здоровыми, у 65 установлено наличие этой патологии.

Объясните появление этой наследственной болезни у жеребят и у самого Годвана. Можно ли использовать здоровых детей Годвана? Как профилактировать проявление этой патологии?

Задача 40. У лошадей существует масть паломино — золотисто-желтое туловище, светлая грива и хвост. Эта масть появляется при спаривании альбиносов с особями гнедой масти. При разведении «в себе» особей масти паломино отмечено разнообразие мастей в соотношении, приближающемся к 1 альбинос : 2 паломино : 1 гнедая.

Определите тип наследования масти паломино.

Задача 41. У лошадей встречается наследственная болезнь гортани, выражающаяся характерным хрипом при беге. От больных родителей иногда рождаются здоровые жеребята.

Определите тип наследования этой патологии. Какова вероятность проявления этой патологии при разведении лошадей. Назовите методы выявления и профилактики распространения этой патологии.

Задача 42. Среди лошадей чистокровных верховых пород встречается носовое кровотечение (блютерство), обусловленное аутомным рецессивным геном *n*. Его аллель *N* не вызывает носового кровотечения. Среди 287 скаковых лошадей было зарегистрировано 27 блютеров, погибших во время скачек.

Определите частоту носового кровотечения, доминантного (*N*) и рецессивного (*n*) аллелей. Какова частота гетерозиготных лошадей — носителей гена носового кровотечения? Какова вероятность появления лошадей с носовым кровотечением в следующем поколении при случайном спаривании фенотипически здоровых лошадей? Сохранится ли в популяции генное равновесие после элиминации животных с генотипом *nn*?

Задача 43. Две соседние фермы занимались разведением свиней крупной белой породы. Фермы провели ротацию производителей с целью повышения продуктивности потомства. Однако в итоге на обеих фермах начали рождаться безногие поросята. Известно, что безноготь поросят обусловлена рецессивными генами *aa*.

Напишите схему проявления этой патологии у свиней. Каковы причина проявления и процент убытков от постнатальной смертности потомства? Укажите методы профилактики.

Задача 44. Один из признаков полового диморфизма у кур — форма оперения. У породы кур себрайт-бентамки (золотистые и серебристые) нормальные петухи имеют наряд, называемый куроперостью, обусловленный аутомным доминантным геном *Hr* и встречающийся только у самцов. При кастрации куроперого петуха наблюдали

маскулинизацию оперения, при пересадке каплунам семенников от нормальных пород оперение снова становилось куроперым. У других пород при кастрации петухов форма оперения приближалась к оперению самки, а при пересадке семенников от куроперого петуха себрайта восстанавливался петушиный наряд. Чем можно объяснить это явление?

Задача 45. Бесхвостость у кур может быть вызвана разными причинами, в том числе резким изменением температуры в период первой недели инкубации, сильной тряской яиц перед инкубацией, инъекцией инсулина в яйца перед инкубацией. Будет ли бесхвостость, полученная в результате воздействия указанных факторов, передаваться потомству? Как классифицировать эти факторы воздействия?

Задача 46. Форма гребня у кур — породный признак. Гены, обуславливающие форму гребня, в некоторых случаях выступают в качестве маркеров. Куры породы виандот характеризуются розовидным гребнем, только около 15 % особей имеют листовидный гребень. Гомозиготные куры (**RR**) не отличаются по фенотипу от гетерозиготных (**Rr**). Установлено, что гомозиготные петухи имеют пониженную плодовитость (80 %) по сравнению с генотипами **Rr u zг (91 %)**. Объясните появление виандотов с листовидным гребнем. Можно ли избежать появления этого признака у птиц?

Задача 47. При скрещивании кур породы корниш с розовидным гребнем с петухами генотипа **RR** оплодотворяемость яиц составляет 15 %, при скрещивании с петухами **Rr** — **40%**. У петухов с генотипом **RR** низкий процент сперматозоидов с поступательным движением и более короткий период их жизни в половых путях курицы. Ген **R** ведет себя как доминант по форме гребня и как рецессив по мужской плодовитости. При искусственном осеменении кур гг смесью равных количеств спермы от петухов **RR** и **Rr** получили цыплят с розовидным и листовидным гребнем в соотношении 1:1. Проанализируйте полученный результат. Чем вызвано такое расщепление? Как повысить оплодотворяемость и выход молодняка, используя эти генетические особенности?

Задача 48. От чего легче избавиться — от рецессивного (листовидный гребень) или доминантного (оперение ноги) признака у кур? Эти гены находятся в различных негомологичных хромосомах. Напишите схему скрещивания. Обоснуйте сроки и вероятность такой селекции.

Задача 49. При разведении «в себе» горностаевых кур в потомстве из **40** цыплят получено 20 горностаевых, 10 черных и 10 белых. Как наследуется горностаевый цвет оперения у кур? Сколько цыплят каждого типа окраски можно ожидать?

Задача 50. При разведении кур с нормальным оперением (доминирует над шелковистым) получено 98 цыплят. Какую часть из них можно ожидать с нормальным оперением и какую — с шелковистым? Как сократить или исключить вероятность появления кур с шелковистым оперением?

Задача 51. Наследственное заболевание порфирия, обусловленное аутосомным рецессивным геном **p**, у крупного рогатого скота и свиней вызывает накопление порфирина в крови и некоторых тканях и приводит к чрезвычайной чувствительности животных к солнечному свету. Болезнь проявляется в виде изъязвлений вокруг глаз, носа и других частей тела, не защищенных волосным покровом.

Определите возможную частоту проявления этой болезни при следующих вариантах скрещивания:

если спариваются гетерозиготные по гену порфирии животные;

если один из родителей здоров, а другой больной;

если один из родителей больной, а другой гетерозиготен по гену порфирии.

Напишите схему проверки приобретаемых производителей на данную болезнь.

Задача 52. У некоторых пород свиней черная масть доминирует над красной. При скрещивании дюрок-джерсейских маток красной масти с хряком крупной черной породы в потомстве получено 40 черных поросят. При спаривании свинок F_1 с хряком дюрок-джерсейской породы получено 19 черных поросят и 23 красных разных оттенков. При дальнейшем разведении «в себе» в поколениях F_1 и F_2 все поросята оказались красными. Объясните результаты скрещивания.

Задача 53. В овцеводческом хозяйстве выявлено 14 % разнополых ягнят с кривошеей (искривление шеи и косое положение головы), которые рождались от нормальных по фенотипу родителей и имели во втором поколении общего предка.

Составьте схему скрещивания и определите генотипы родителей аномальных ягнят. Определите тип наследования и возможные методы профилактики этой патологии,

Задача 54. У кошек полидактилия обусловлена доминантной мутацией *Pd*. У гомо- и гетерозигот по такой мутации появляется 1—3 нормально развитых добавочных пальцев. Количество пальцев на разных лапах может варьировать. Чаще всего аномалия характерна для передних лап.

Какова вероятность рождения нормального котенка, если оба аномальных родителя гетерозиготны по гену полидактилии? Какова вероятность рождения нормальных котят, если нормальную кошку (*pdpd*) скрестили с аномальным котом, гетерозиготным по гену полидактилии?

Задача 55. У кошек имеется серия множественных аллелей, определяющих характер распределения темных полос и пятен на теле. Эти аллели располагаются в порядке доминирования следующим образом: *T* (нормальная аллель тэбби > *Ta* (абиссинский тэбби) > *tb* (пятнистый или мраморный тэбби). *T* полностью доминирует над *tb*, но не полно доминирует над *Ta*. *Ta* обуславливает отсутствие рисунка. У гомозигот по этому аллелю (*TaTa*) никаких полос на теле не обнаруживают. У гетерозигот *Tta* полосы на хвосте, морде и лапах, *tb* превращает поперечные полосы в завитки или разводы неправильной формы.

Сколько может быть разных генотипов при участии перечисленных аллелей?

Кот, на теле которого отсутствует рисунок, скрещен с полосатой кошкой, в потомстве встречаются мраморные котята.

Каковы Генотипы родителей и потомства?

Задача 56. У кошек иногда встречается мутация, называемая «четыре уха» (*dp*). У животных, имеющих эту мутацию, вырастает четыре уха. При скрещивании таких животных с нормальными рождаются только нормальные особи. Если же этих нормальных потомков F_1 скрестить возвратно с аномальными родителями, имеющими «четыре уха», то в потомстве от этого скрещивания появляются нормальные и аномальные котята в отношении 1:1.

Как наследуется эта аномалия?

Задача 57. У кошек короткая шерсть (*Hr*) доминирует над бесшерстностью (*hr*).

Какое потомство можно ожидать от скрещивания бесшерстного кота с гомозиготными кошками, имеющими короткую шерсть? Какое потомство можно ожидать от скрещивания короткошерстного кота с бесшерстной кошкой, если известно, что кошка в прошлом принесла от этого же кота бесшерстного котенка?

Задача 58. У кошек множественный аллель, обуславливающий окраску шерсти, состоит из генов: C (однородный окрас) $> cb$ (бирманский альбинизм) $> cs$ (сиамский альбинизм) $> ca$ (голубоглазый альбинизм), расположенных в порядке убывания доминирования. При бирманском альбинизме более интенсивно окрашены участки шерсти на кончиках лап, хвоста, ушей, на носу. На остальных участках тела интенсивность пигментации несколько слабее, чем в норме.

Очень сходна по проявлению мутация сиамского альбинизма, но у гомозигот $cscs$ в целом депигментация гораздо сильнее, чем у гомозигот $cbcb$. Гетерозиготы $cscb$ окрашены темнее, чем типичные бирманские гомозиготы $cbcb$ и сиамские гомозиготы $cscs$. У особей $caca$ (голубоглазый альбинизм) пигментация отсутствует везде, за исключением глаз. Глаза у этих кошек бледно-голубые.

Составьте схему скрещивания и установите генотипы потомков, если скрестить кота с кошкой однородного окраса шерсти, имеющей мутацию бирманского альбинизма, причем оба животных гетерозиготны по гену ca | если животное однородного окраса, гетерозиготное по гену сиамского альбинизма, причем оба животных гетерозиготны по гену ca .

Составьте схему подбора родителей для того, чтобы в их потомстве встречались особи с однородным окрасом, британским и голубоглазым альбинизмом.

Задача 59. Эпилепсия и судороги широко известны как функциональные заболевания нервной системы почти у всех видов домашних животных. Генеалогический анализ свидетельствует о том, что судорожные припадки связаны с предполагаемым рецессивным типом наследования. Данную патологию отмечают у коз заанненской породы, разводимой в США.

Определите порядок ваших действий в случае закупки коз в США, с тем чтобы не допустить завоза в нашу страну носителей этого генетического дефекта. Как проверить производителя на гетерозиготное носительство данной мутации?

Задача 60. Укорочение позвоночника (перокормия) выявлено при разведении коз заанненской породы. Патология характеризуется срастанием III—VI шейных позвонков и укорочением позвоночника. Аномалия проявляется при тесном инбридинге.

Каков тип наследования данной патологии? Составьте схему возможного исследования данного заболевания и предложите методы его профилактики.

Генетика, наука о наследственности и изменчивости. Материалы для самостоятельной работы

Примерные темы рефератов

1. Генетическая инженерия и области ее применения в животноводстве.
2. Получение трансгенных животных.
3. Клонирование в животноводстве.
4. Трансплантация эмбрионов.
5. Генетические последствия загрязнения окружающей среды и защита животных от мутагенов. (Фармакологическая генетика. Эколого-генетический мониторинг в животноводстве).
6. Генетические основы иммунитета.
7. Генетика онтогенеза.
8. Генетическая устойчивость и восприимчивость к бактериальным болезням. Генетическая устойчивость и восприимчивость к вирусным инфекциям.
9. Учет врожденных аномалий и болезней. Методы генетического анализа.
10. Генетическая устойчивость и восприимчивость к простозоозам и клещам.
11. История развития генетики в России.
12. Выдающиеся ученые генетики в России.
13. Искусственный мутагенез.
14. Многоплодие у человека.
15. Многоплодие у крупного рогатого скота.
16. Алкоголь как мутагенный фактор.
17. Никотин как мутагенный фактор.
18. Ветеринария и здоровье человека.
19. Наркотические средства и здоровье человека.
20. Селекция животных на устойчивость к болезням.
21. Хромосомные мутации и аномалии животных.
22. Цитоплазматическая наследственность.
23. Генные мутации и врожденные аномалии.

Вопросы для обсуждения на занятиях семинарского типа

1. Генетика как наука (предмет, методы, задачи, связь с другими биологическими науками), ее значение для науки и практики.
2. Что такое наследственность и изменчивость? Причины возникновения изменчивости и ее формы.
3. Наследственная изменчивость (ее формы и причины возникновения).
4. Роль ядра и цитоплазмы в жизнедеятельности клетки. Органоиды цитоплазмы, их строение и функции.
5. Строение ядра и его функции. Строение хромосом и их роль в наследственности. Понятие о кариотипе.
6. Строение ДНК и ее биологическое значение.
7. Строение РНК, ее типы и биологическая роль.
8. Ген, его строение, функция, специфика и сущность его действия в развитии признака.
9. Генетический код и его свойства.
10. Передача генетической информации от гена в ДНК к месту синтеза белка.
11. Процесс биосинтеза белка в клетке.
12. Митоз и его генетическая сущность.
13. Мейоз и его генетическая сущность.
14. Опишите стадии образования половых клеток.
15. Оплодотворение, его случайность, избирательность и генетическая сущность.

16. Моногибридное скрещивание. Понятие о гомозиготности, гетерозиготности, генотипе и фенотипе.
17. Первое и второе правила Менделя. Их практическое значение.
18. Дигибридное скрещивание. Полигибридное скрещивание. Третье правило Менделя.
19. Возвратное, анализирующее и рецiproкное скрещивание.
20. Типы аллельного взаимодействия генов.
21. Типы взаимодействия неаллельных генов. Криптомерия.
22. Комплементарное взаимодействие генов.
23. Новообразование.
24. Эпистаз. Существует ли различие между доминированием и эпистазом, между гипостазом и рецессивностью.
25. Полимерия и ее типы.
26. Понятие об аддитивных генах и генах модификаторах.
27. Наследование хозяйственно-полезных признаков.
28. Плейотропия. Летальные и полулетальные гены.
29. Неполное сцепление и его причины.
30. Принципы построения карт хромосом и их практическое значение.
31. В чем состоит суть хромосомной теории наследственности.
32. Типы хромосомного определения пола у животных.
33. Балансовая теория определения пола.
34. Бисексуальность, фримартинизм, интерсексуальность, гермофродитизм, гинандроморфизм, андрогенез.
35. Особенности наследования признаков, гены которых находятся в половых хромосомах. Ограниченные полом признаки и их наследование.
36. Практическое использование знания закономерностей наследования признаков, сцепленных и полом.
37. Геномные мутации и их характеристика.
38. Хромосомные мутации и их характеристика.
39. Генные мутации и их характеристика.
40. Основные положения мутационной теории.
41. Генетика популяций и ее значение для животноводства.
42. Причины различной эффективности отбора в популяциях и чистых линиях (работа Иогансена).
43. Структура свободно-размножающейся популяции (закон Харди-Вайнберга).
44. Влияние на изменение структуры популяции мутаций, миграций, дрейфа генов, изоляции, численности популяции.
45. Влияние отбора на структуру популяции.
46. Понятие о генетических, наследственно средовых и экзогенных аномалиях.
47. Простой аутосомный рецессивный и доминантный тип наследования врожденных аномалий у сельскохозяйственных животных.
48. Сцепленный с х – хромосомой тип наследования врожденных аномалий у сельскохозяйственных животных.
49. Мультифакториальное наследование.
50. Аномалии у сельскохозяйственных животных, обусловленные мутациями генов.
51. Мутации кариотипа и фенотипические аномалии животных.
52. Понятие резистентности, восприимчивости, болезни, заболевания, патогенности и вирулентности.
53. Наследование резистентности и восприимчивости.
54. Методы изучения наследственной резистентности и восприимчивости к болезням.
55. Генетическая устойчивость и восприимчивость к бактериальным болезням.
56. Генетическая устойчивость и восприимчивость к гельминтозам.
57. Генетическая устойчивость и восприимчивость к простейшим и клещам.
58. Генетическая устойчивость и восприимчивость к вирусным инфекциям.
59. Учет врожденных аномалий и болезней. Методы генетического анализа.
60. Методы селекции животных на устойчивость к болезням.
61. Мероприятия по повышению устойчивости к болезням.

Литература

Основная литература

1. Бакай, А. В. Генетика / А.В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипченко.- М.: Колос С, 2006.- 448 с.
2. Петухов, В.Л. Генетика. Учебник-2-издание,испр. и доп./ В.Л.Петухов и др. – Новосибирск,2007.-626с.
3. Практикум по генетике / А.В. Бакай [и др.] .- М.: КолосС,2010.- 301 с.
4. Карманова, Е.П. Практикум по генетике / Е.П. Карманова, А.Е Болгов.- Петрозаводск, 2004.- 204 с.
5. Эрнст, Л.К. Современное состояние и перспективы использования трансгенных технологий в животноводстве / Л.К. Эрнст, Н.А.Зиновьева, Г. Брем.- М.: Россельхозакадемия, 2002.- 341 с.
6. Суллер,И.Л. Введение в селекцию сельскохозяйственных животных.- СПб. Крисмас, 2001.- 139 с.
7. Суллер,И.Л. Селекционно-генетические методы в животноводстве.- СПб. Проспект науки,2010.- 159 с.
8. Петкевич, Н. С. Эволюция и современное состояние пород крупного рогатого скота Смоленской области Часть I. Сычевская порода / Н.С.Петкевич, В.К. Чернушенко.- Смоленск,2004.- 127 с.
9. Петкевич, Н. С. Эволюция и современное состояние пород крупного рогатого скота Смоленской области. Часть II. Бурая швицкая порода / Н.С.Петкевич, В.К. Чернушенко - Смоленск,2004.- 127с.
10. Паронян, И А. Генофонд домашних животных / И.А. Паронян, П.Н. Прохоренко.- СПб.,М.,Краснодар.- 2008.- 352с.

Дополнительная литература

1. Крюков, А.М. Задачник по генетике животных / А.М. Крюков, Н.В. Горбунова,Пенза, РИО ПГСХА,2005.- 185 с.
2. Дубинин, Н.П. Общая генетика / Н.П. Дубинин.- М.: Наука, 1976.- 589 с.
3. Инге - Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге - Вечтомов.- М.: Высшая. школа., 1989.- 591 с.
4. Лисицын, А.П. Методическое руководство к практическим занятиям по курсу «Генетика» / А.П. Лисицын.- МСХА, 1976. – 102 с.
5. Блик, Б. Молекулярная биотехнология. Причины применения: [пер. с англ.] / Б. Блик, Дж. Пастернак,- М.: Мир, 2002 . – 589 с. (С.418 – 441)

6. Примерная программа дисциплины «Генетика и разведение сельскохозяйственных животных» / Составители А.П. Антипов, М.М. Кот.- Издательство МСХА, 2004.- 10 с.
7. Машуров, А. М. Генетические маркеры в селекции животных / А.М. Машуров.- М.: Наука 1980.- 315 с. (С. 8- 148)
8. Введение в иммуногенетику / Перевод с англ. Канд. мед. наук А.Н.Маца ; под ред. и пред. д-ра биол. наук Р.С. Незлина.- М.: Мир,1976.- 221 с.
kgau.ru/sveden/2017/ipbivm/mu_360501_2.pdf
9. Лекция №1 Введение в ветеринарную генетику. Цитологические основы наследственности. Вопросы: 1. Основные этапы развития генетики. 2. Разделы современной генетики. 3. Методы исследования в генетике. 4. Цитологические основы наследственности. 4.1. Митотический цикл.
10. Бирюков О.И. Ветеринарная генетика. Краткий курс лекций. ... Р88 Ветеринарная генетика: краткий курс лекций для студентов II курса направления подготовки 36.05.01 «Ветеринария» / О.И. Бирюков // ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». фрагменты. ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 73 с.

Глоссарий

1. Аборигены (автохонты) -коренные жители или животные какой либо местности, обитающие в ней с давних времен; организмы, эволюционно возникшие на данной территории.
2. Аборигенная порода, которая создана методами народной селекции без скрещивания с культурными породами.
3. Адаптация совокупность онтогенетических, морфофизиологических, поведенческих, популяционных и других особенностей, обеспечивающих выживание размножение организма в конкретных условиях внешней среды.
4. Анализирующее скрещивание-скрещивание гибридной особи, с особью гомозиготной по рецессивным аллелям. Позволяет определить генотип и соотношение гамет разного типа.
5. Ареал – область распространения в конкретном регионе земли систематической группы животных или сообщества.
6. Биотехнология - совокупность методов и приемов получения полезных для человека продуктов и явлений с помощью биологических агентов.
7. Возвратное скрещивание(БЕККРОСС)-скрещивание гибрида первого поколения с одной из родительских форм.
8. Ген - структурная единица генетической информации
9. (наследственности).
10. Геном – гаплоидный набор хромосом с локализованными в нем генами или общее генетическое строение животного.
11. Генетический банк- хранилище семян, глубоко замороженных тканей, половых соматических тканей животных, пригодных для последующего воспроизведения представителей видов, подвидов, сортов, пород.
12. Генетический мониторинг - долговременное слежение, оценка и прогнозирование состояния генетического разнообразия популяций, пород, видов в динамике.
13. Создание вне живого организма новых комбинаций генетического материала, способного размножиться в клетке хозяина и синтезировать конечные продукты обмена.
14. Генеалогия - родословная определенной особи с рядом предков.
15. Генетический паспорт - генетический признак, встречающийся только у одной особи или породы.
16. Генетическое расстояние - показатель для оценки генетического различия между популяциями, породами, видами.
17. Генетические ресурсы (общие) – генетическое разнообразие, существующее внутри вида.
18. Генетические ресурсы животных – генетически уникальные породы, популяции, породные группы внутри каждого вида.
19. Генотип – совокупность наследственных факторов организма.
20. Генофонд – совокупность генов (аллелей), которые имеются у особей популяции, группы популяций или вида, в пределах которой они характеризуются определенной частотой встречаемости.
21. Гетерозигота - организм (клетка), содержащий в локусах двух гомологичных хромосом разные аллели одного гена.
22. Гетерозис-гибридная сила, проявляющаяся в превосходстве на обеими или одной лучшей родительскими формами по одному или нескольким признакам.
23. Гибридизация - скрещивание особей, относящихся к линиям, сортам, породам, видам, родам.
24. Гомозигота-организм(клетка),содержащий в клетках тела одинаковые гены данной аллельной пары(AA или aa). При размножении такой особи расщепления по этим признакам быть не может.
25. Дреф генов –изменение частоты генов в популяции в ряду поколений поддействием случайных факторов, приводящее к снижению генетической изменчивости популяции.
26. Естественный отбор-дифференциальное размножение и сохранение в популяции определенных генотипов и избирательное их участие в передаче генов следующему поколений

Понятия в генетике

1. Генетика изучает два свойства живых организмов—наследственность и изменчивость

2. -Наследственность-свойство родительских особей передавать свои признаки и особенности развития следующему поколению.Н. обеспечивает материальную и функциональную преемственность между поколениями родственных организмов.
3. -Изменчивость- свойство противоположное наследственности: оно заключается в способности организмов изменяться под действием наследственных и ненаследственных факторов.
4. Основные задачи генетики следующие:
 5. 1.Изучение механизма действия гена.
 6. 2.Репродукция генов и хромосом .
 7. 3.Действие генов и контроля ими процессов образования различных признаков и свойств организма .
 8. 4.Разработка методов конструирования наследственной программы живых организмов.
 9. 5.Борьба с наследственными болезнями .
 10. 6.Повышение продуктивности животных и урожайности растений .
11. -Наследование - процесс передачи наследственной информации от одного поколения другому, в результате чего у потомков формируются определенные признаки и свойства, присущие родительским особям.
12. -Наследуемость – доля генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости признака в конкретной популяции животных и растений.
13. -«Признак» или «свойство», условно обозначают единицу морфологической, физиологической или биохимической дискретности организма(каждой особи присущи видовые, породные и индивидуальные свойства и признаки)
14. -Качественные признаки-морфологические или биохимические признаки,проявление которых легко может быть словесно охарактеризовано(масть,форма рогов.ушей.)
15. -Количественные признаки,признаки которые не имеют четкого выражения,их изучают путем измерения.подсчета.
16. -«Истинная наследственность»- ядерная (хромосомная) наследственность- наследственная информация о развитии признака закодирована в молекулах ДНК, находящаяся в хромосомах ядра клетки ;цитоплазматическая наследственность определяется генами. Локализованными в ДНК соответствующих органоидов клетки-митохондрий .пластид.кинетосом.плазмид.
17. -Ложная наследственность-. обусловлена генами,локализованными вДНК возбудителей болезней(бактерий вирусов симбиотов). Примером л.н.,обусловленной симбиотами,может служить появление зеленой окраски тела у некоторых видов червей,которая определяется развитием в их клетках симбионтов-одноклеточных зеленых водорослей.
18. -Переходный тип наследственности : несет в себе черты истинной и ложной наследственности (пример-выработка токсического вещества парамецина штаммами инфузорий ,которое убивает инфузории др. штамма)

19. -Изменчивость определяет различия между признаками у особей одного вида,а также между родственными особями одного или нескольких поколений, между родительскими особями и потомками.
20. Наследственная изменчивость:
21. -Онтогенетическая- совокупность последовательных изменений признаков и свойств особи в процессе ее индивидуального развития(онтогенеза).В оногенезе каждый признак формируется самостоятельно. Но в строгом соответствии с генетически детерминированным общим планом развития данной особи.
22. -Комбинативная – возникновение у потомства новых наследственных сочетаний признаков в результате рекомбинации признаков отцовской и материнской форм. Суть комбинативной изменчивости выражена законом Г.Менделя о независимом наследовании признаков. Причиной к.и. может быть кроссинговер,определяющий рекомбинацию генов в группах сцепления родительских хромосом.
23. -Мутационная изменчивость. Наследственные изменения отдельных признаков , свойств или их комплекса,возникающие в результате воздействия мутагенных факторов на наследственный аппарат клетки называют мутациями. Процесс возникновения мутаций называют мутагенезом,а организм , у которого мутировал тот или иной признак—мутантом.
24. -Коррелятивная изменчивость (соотносительная) может быть положительной или отрицательной в зависимости от изменчивости или степени развития другого признака. К.и. оказывает значительное влияние на онтогенетическую ,комбинативную и мутационную изменчивость.
25. - Модификационная изменчивость-ненаследственное изменение признака или свойства(модификация) в онтогенезе,возникающее в результате влияния внешних условий. Формирование каждого органа или признака и свойства контролируется совокупностью генов,но протекает в конкретных условиях внешней среды,которые оказывают существенное влияние на степень и характер реализации наследственной информации..
26. -Норма реакции генотипа на условия внешней среды-степень и характер м. и.,которые контролируются генотипом особи.
27. -Длительные модификации,т.е.изменчивость количественных признаков,которая остается в ряде поколений при сохранении условий,определивших их проявление.
28. -Морфозы-резкие изменения в строении органов и проявлении признаков по причине нарушения органогенеза в эмбриональный период онтогенеза.Морфозы не наследуются,чаще всего носят патологический характер.
29. Методы генетических исследований:
- А. Цитологический метод - раздел генетики, изучающий явления наследственности на клеточном уровне (клетка, митохондрии,пластиды,плазмиды.рибосомы).
- В. Гибридологический метод. Впервые был разработан Г.Менделем в1856-1863 г.г. для изучения наследования признаков. Он включает систему скрещивания заранее

подобранных родительских особей, различающихся по одному, двум или трем альтернативным признакам, наследование, которых изучается. Он включает рекомбинационный метод, который основан на явлении к р о с с и н г о в е р. Кроссинговер (перекрест от лат. Crossingjwer) обмен идентичными участками в хроматидах гомологических хромосом в профазе I мейоза.

- C. Моносомный метод позволяет определить место локализации генов в хромосоме в сочетании с рекомбинационным методом.
- D. Генеалогический метод - один из вариантов гибридологического, применяется при изучении наследования признаков по анализу родословных с учетом их проявления у животных родственных групп в нескольких поколениях, а также при изучении наследственности у человека и животных.
- E. Близнецовый метод применяют при изучении влияния определенных факторов внешней среды и их взаимодействия с генотипом особи, а также для выявления относительной роли генотипической и модификационной изменчивости в общей изменчивости признака.
- F. Мутационный метод (мутагенез)- позволяет установить характер влияния мутагенных факторов на генетический аппарат клетки, ДНК, хромосомы, на изменение признаков и свойств. Используется в селекции растений микробиологии для создания новых штаммов бактерий, применяется в селекции тутового шелкопряда.
- G. Популяционно-статистический метод используется при изучении явлений наследственности в популяциях. Позволяет установить:
- a. - частоту доминантных и рецессивных аллелей, определяющих тот или др. признак.
 - b. - частоту доминантных и рецессивных гомозигот и гетерозигот.
 - c. - динамику генетической структуры популяций под влиянием мутаций, изоляции и отбора.
 - d. - метод служит теоритической основой современной селекции животных.
30. Феногенетический метод позволяет установить степень влияния генов и условий среды на развитие изучаемых свойств и признаков в онтогенезе. Изменения в кормлении и содержании животных влияет на проявление наследственно обусловленных признаков и свойств.
31. Биометрический метод (статистический анализ). Представляет собой ряд математических приемов, позволяющих определить степень достоверности полученных данных, установить вероятность различий между показателями опытной и контрольной групп. Составной частью биометрии являются закон регрессии и статистический закон наследуемости, установленные Ф. Гальтоном.
32. Метод моделирования с помощью ЭВМ. Используют для изучения наследования количественных признаков в популяциях, для оценки селекционных методов – массового отбора животных по селекционным индексам. Особенно широкое применение данный метод нашёл в области генетической инженерии и молекулярной генетики.

33. Генетическая инженерия - синтез генов вне организма с помощью специфического фермента - обратной транскриптазы(ревертазы). Синтез и выделение генов, перенос их в клетки бактерий позволяют получать штаммы супер продуцентов аминокислот, ферментов, биологически активных веществ, гормонов.
34. Цитологические основы наследственности. Клеточное строение живых организмов. Три главных положения клеточной теории:
- Клетка, как первоисточник жизни является биологической единицей, с помощью которой происходит извлечение из внешней среды, превращение и использование организмами энергии и веществ, непосредственно в клетке сохраняется и используется биологическая информация;
 - Клетка независимо от индивидуальных структурно-функциональных одинаковым образом хранит биологическую информацию, дублирует генетический материал для передачи его ряду поколений; использует информацию для осуществления своих функций на основе синтеза белка; хранит и переносит энергию; превращает энергию в работу; регулирует обмен веществ;
 - Клетка, структурно-функциональная единица многоклеточных организмов, для которых характерен принцип целостности и системной организации, а для системы свойственно наличие новых качеств, благодаря взаимному влиянию и взаимодействию единиц, составляющих эту систему.
35. Прокариоты (буквально безъядерные) - тип организации клеток, к которым относятся бактерии и сине-зеленые водоросли
36. Эукариоты (буквально обладающие настоящим ядром)-тип организации клеток, к которым относят одно- и многоклеточные организмы- растения, грибы и животных.
37. Цитоплазматическая мембрана (то лат. membrana-кожица) - тонкая пограничная структура, расположенная на поверхности клеток и внутриклеточных структур, играет роль активного барьера между цитоплазмой клетки и внешней средой. Снаружи от мембраны находится клеточная стенка.
38. Нуклеотид- вместо клеточного ядра в прокариотических клетках имеется его эквивалент, лишенный оболочки и состоящий из одной молекулы ДНК в виде кольцевой хромосомы, в которой отсутствуют основные белки-гистоны (белки-клеточных ядер).
39. Плазмиды (у бактерий)-это находящиеся вне генома, очень короткие двойные спирали ДНК, замкнутые в кольцо(длиной от нескольких тысяч до 100000 пар оснований) с одним или несколькими генами, а иногда и совсем без генов, которые реплицируются независимо от основного генетического материала и часто переходят из одной клетки в другую. Некоторые бактериальные плазмиды могут включаться в геном и снова отделяться от него.
40. Простое деление бактерий: находящиеся в ядерной области ДНК прикреплены к мезосоме - структуре, образуемой цитоплазматической мембраной; деление клетки начинается с мезосомы; две половинки мезосомы расходятся, увлекая за собой ДНК; последняя делится на две части, из которых в последствии образуются ядерные области двух дочерних клеток.

41. Строение эукариотической клетки. Клетка покрыта цитоплазматической мембраной, которая играет важную роль в регулировании состава клеточного содержимого. Регулирующий центр клетки – ядро, которое содержит ДНК, содержит наследственные факторы-гены, определяющие признаки данного организма и управляет многими внутриклеточными процессами
- a. Ядерная мембрана - оболочка, окружающая ядро и отделяющая его от цитоплазмы
 - b. Кариоплазма - ядерный сок, в котором размещается строго определенное число вытянутых нитевидных образований, называемых хромосомами.
 - c. Ядрышки-сферические тельца (одно или несколько), находящиеся в ядре и участвующие в синтезе РНК.
 - d. Цитоплазма - материал, находящийся внутри плазматической мембраны, но вне ядра.
 - e. Эндоплазматическая сеть - сложный лабиринт мембран, заполняющий большую часть цитоплазмы, гранулярная эндоплазматическая сеть прикрепленная к мембранам, к которой прикреплено множество рибосом, агранулярная эндоплазматическая сеть, сеть состоящая из одних только мембран.
 - f. Рибосомы- мелкие рибонуклеопротеидные частицы, служащие местом синтеза белка.

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Стандартные значения Стьюдента (t_{st})

ν	$B_1=0,95$	$B_2=0,99$	$B_3=0,999$	ν	$B_1=0,95$	$B_2=0,99$	$B_3=0,999$
1	12,7	63,7	637,0	13	2,2	3,0	4,1
2	4,3	9,9	31,6	14-15	2,1	3,0	4,1
3	3,2	5,8	12,9	16-17	2,1	2,9	4,0
4	2,8	4,6	8,6	18-20	2,1	2,9	3,9
5	2,6	4,0	6,0	21-24	2,1	2,8	3,8
6	2,4	3,7	6,0	25-28	2,1	2,8	3,7
7	2,4	3,5	5,3	29-30	2,0	2,8	3,7
8	2,3	3,4	5,0	31-34	2,0	2,7	3,7
9	2,3	3,3	4,8	35-42	2,0	2,7	3,6
10	2,2	3,2	4,6	43-62	2,0	2,7	3,5
11	2,2	3,1	4,4	63-175	2,0	2,6	3,4
12	2,2	3,1	4,2	176-	2,0	2,6	3,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Стандартные значения χ^2 (хи-квадрат)

ν	χ_1^2	χ_2^2	χ_3^2	ν	χ_1^2	χ_2^2	χ_3^2
1	3,6	6,6	10,8	26	38,9	45,6	54,1
2	6,0	9,2	13,08	27	40,1	47,0	55,5
3	7,8	11,3	16,3	28	41,3	48,3	56,9
4	9,5	13,3	18,5	29	42,6	49,6	58,3
5	11,1	15,1	20,5	30	43,8	50,9	69,7
6	12,6	16,8	22,5	32	46,2	53,5	62,4
7	14,1	18,5	24,3	34	48,6	56,0	65,2
8	15,5	20,1	26,1	36	51,0	58,6	67,9
9	16,9	21,7	27,9	38	53,4	61,1	70,7
10	18,3	23,2	29,6	40	55,8	63,7	73,4
11	19,7	24,7	31,3	42	58,1	66,2	76,1
12	21,0	26,2	32,9	44	60,5	68,7	78,7
13	22,4	27,7	34,5	46	62,8	71,2	81,4
14	23,7	29,1	36,1	48	65,2	73,7	84,0
15	25,0	30,6	37,7	50	67,5	76,2	86,7
16	26,3	32,0	39,3	55	73,3	82,3	93,2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Стандартные значения преобразованного критерия Фишера $F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}; (\sigma_1^2 > \sigma_2^2)$

ν_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ν_2										
3	167,5	148,5	141,1	137,1	134,6	132,9	131,8	130,6	130,0	129,5
	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,4	27,2
	10,1	9,6	9,3	9,1	9,0	8,9	8,9	8,8	8,8	8,8
4	74,1	61,2	56,1	53,4	51,7	50,5	49,8	49,0	48,6	48,2
	21,2	18,8	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,7
	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	6,0
5	47,5	36,6	33,2	31,3	29,8	28,8	28,2	27,6	27,3	27,0
	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1
	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7
6	35,5	27,0	23,7	21,9	20,8	20,0	19,5	19,0	18,8	18,5
	13,4	10,9	9,8	9,2	8,8	8,5	8,3	8,1	8,0	7,9
	6,0	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1	4,1
7	29,2	21,7	18,8	17,2	16,2	15,5	15,1	14,6	14,4	14,2
	12,3	9,6	8,5	7,9	7,5	7,2	7,0	6,8	6,7	6,6
	5,6	4,7	4,4	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6
8	25,4	18,5	15,8	14,4	13,5	12,9	12,5	12,0	11,8	11,6
	11,3	8,7	7,6	7,0	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9	5,8
	5,3	4,6	4,1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3
9	22,9	16,4	13,9	12,6	11,7	11,1	10,8	10,4	10,2	10,0
	10,6	8,0	7,0	6,4	6,1	5,8	5,6	5,5	5,4	5,3
	5,1	4,3	3,6	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1
10	21,0	14,9	12,3	11,3	10,5	9,9	9,6	9,6	9,2	9,0
	10,0	7,9	6,6	6,0	5,6	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9
	5,0	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9
11	19,7	13,8	11,6	10,4	9,6	9,1	8,8	8,4	8,2	8,0
	9,7	7,2	6,2	5,7	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6	4,5
	4,8	4,0	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9
12	18,6	12,3	10,8	9,6	8,9	8,4	8,1	7,7	7,5	7,4
	9,3	6,9	6,0	5,4	5,1	4,8	4,7	4,5	4,4	4,3
	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8
13	17,8	12,3	10,2	9,1	8,3	7,9	7,6	7,2	7,0	6,9
	9,1	6,7	5,7	5,2	4,9	4,6	4,4	4,3	4,2	4,1
	4,7	3,8	3,4	3,2	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7
14	17,1	11,7	9,7	8,6	7,9	7,4	7,1	6,8	6,6	6,5
	8,9	6,5	5,6	5,0	4,7	4,5	4,3	4,1	4,0	3,9
	4,6	3,7	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6
15	16,6	11,3	9,3	8,3	7,6	7,1	6,8	6,5	6,3	6,2
	8,7	6,4	5,4	4,9	4,6	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8
	4,3	3,7	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5
16	16,1	11,0	9,0	7,9	7,3	6,8	6,5	6,2	6,1	5,9
	8,5	6,2	5,3	4,8	4,4	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7
	4,5	3,6	3,2	3,0	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5

18	15,4 8,3 4,4	10,4 6,0 3,5	8,5 5,1 3,2	7,5 4,6 2,9	6,8 4,2 2,8	6,4 4,0 2,7	6,1 3,8 2,6	5,8 3,7 2,5	5,6 3,6 2,5	5,5 3,5 2,4
v₁ v₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	14,8 8,1 4,3	10,0 5,8 3,5	8,1 4,9 3,1	7,1 4,4 2,9	6,5 4,1 2,7	6,0 3,9 2,6	5,7 3,7 2,5	5,4 3,6 2,4	5,3 3,4 2,4	5,1 3,4 2,3
25	13,9 7,8 4,2	9,2 5,6 3,4	7,5 4,7 3,0	6,5 4,2 2,8	5,9 3,9 2,6	5,5 3,6 2,5	5,2 3,5 2,4	4,9 3,3 2,3	4,8 3,2 2,3	4,6 3,1 2,2
30	13,3 7,6 4,2	8,8 5,4 3,3	7,1 4,5 2,9	6,1 4,0 2,7	5,5 3,7 2,5	5,1 3,5 2,4	4,9 3,3 2,3	4,6 3,2 2,3	4,5 3,1 2,2	4,3 3,0 2,2
40	12,8 7,3 4,1	8,4 5,2 3,2	6,1 4,3 2,8	5,8 3,8 2,6	5,2 3,5 2,5	4,8 3,3 2,3	4,6 3,1 2,2	4,3 3,0 2,2	4,2 2,9 2,1	4,0 2,8 2,1
50	12,2 7,2 4,0	8,0 5,2 3,2	6,4 4,2 2,8	5,4 3,7 2,6	4,9 3,4 2,4	4,5 3,2 2,3	4,3 3,0 2,2	4,0 2,9 2,1	3,9 2,8 2,1	3,7 2,7 2,0
60	12,0 7,1 4,0	7,8 5,0 3,1	6,2 4,1 2,8	5,3 3,6 2,5	4,8 3,3 2,4	4,4 3,1 2,2	4,2 2,9 2,2	3,9 2,8 2,1	3,8 2,7 2,0	3,6 2,6 2,0
70	11,6 7,0 4,0	7,6 4,9 3,1	6,0 4,1 2,7	5,2 3,6 2,5	4,7 3,3 2,3	4,3 3,1 2,2	4,1 2,9 2,1	3,8 2,8 2,0	3,7 2,7 2,0	3,5 2,6 1,9
80	11,6 7,0 4,0	7,5 4,9 3,1	6,0 4,0 2,7	5,1 3,6 2,5	4,6 3,2 2,3	4,2 3,0 2,2	4,0 2,9 2,1	3,7 2,7 2,0	3,6 2,6 2,0	3,4 2,5 1,9
100	11,5 6,9 3,9	7,4 4,8 3,1	5,9 4,0 2,7	5,0 3,5 2,5	4,5 3,2 2,3	4,1 3,0 2,2	3,9 2,8 2,1	3,7 2,7 2,0	3,6 2,6 2,0	3,4 2,5 1,9
150	11,3 6,8 3,9	7,3 4,7 3,1	5,7 3,9 2,7	4,9 3,4 2,4	4,4 3,1 2,3	4,0 2,9 2,2	3,8 2,8 2,1	3,5 2,6 2,0	3,4 2,5 1,9	3,2 2,4 1,9
200	11,2 6,8 3,9	7,2 4,7 3,0	5,6 3,9 2,6	4,8 3,4 2,4	4,3 3,2 2,3	3,9 2,9 2,1	3,7 2,7 2,0	3,5 2,6 2,0	3,4 2,5 1,9	3,2 2,4 1,9
400	11,0 6,7 3,9	7,1 4,7 3,0	5,6 3,8 2,6	4,7 3,4 2,4	4,2 3,1 2,2	3,8 2,8 2,1	3,6 2,7 2,0	3,4 2,5 2,0	3,3 2,5 1,9	3,1 2,4 1,8
1000	10,9 6,7 3,8	7,0 4,6 3,0	5,5 3,8 2,6	4,7 3,4 2,4	4,2 3,3 2,2	3,8 3,0 2,1	3,6 2,8 2,0	3,4 2,7 1,9	3,3 2,5 1,9	3,1 2,4 1,8
∞	10,8 6,6 3,8	6,9 4,6 3,0	5,4 3,8 2,6	4,6 3,3 2,4	4,1 3,0 2,2	3,7 2,8 2,1	3,5 2,6 2,0	3,4 2,5 1,9	3,2 2,4 1,9	3,0 2,3 1,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица интенсивности отбора

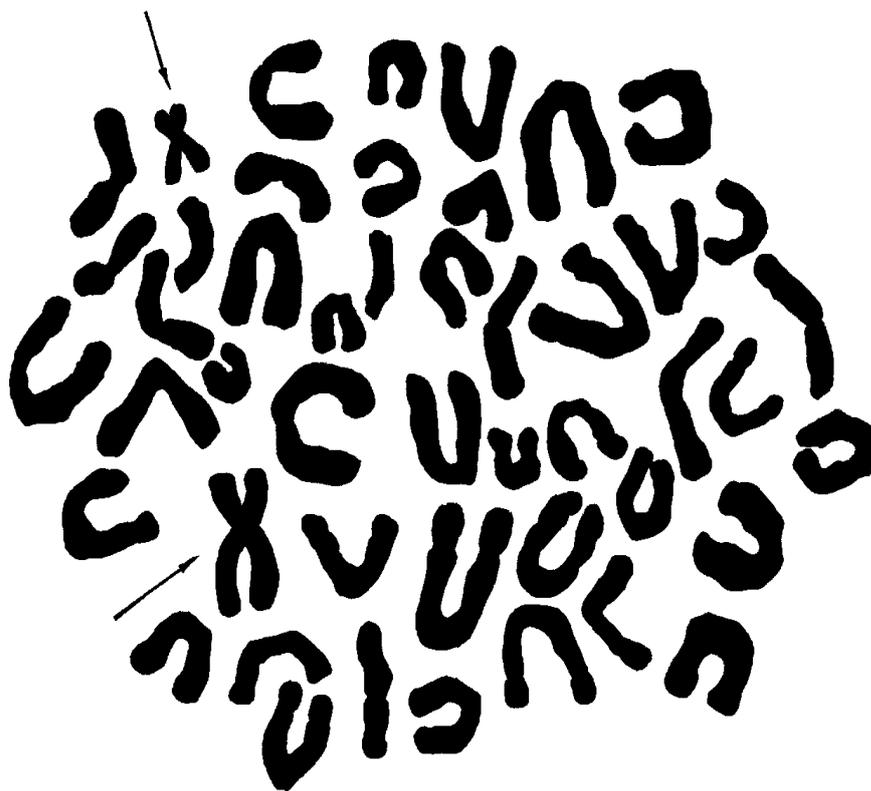
p	u	z	I	p	u	z	i
1,00	∞	—	—	0,50	0,00	0,3989	0,7978
0,99	-2,33	0,0264	0,0267	0,48	0,05	0,3984	0,8300
0,98	-2,05	0,0488	0,0498	0,46	0,10	0,3970	0,8630
0,97	-1,88	0,0681	0,0702	0,44	0,15	0,3945	0,8966
0,96	-1,75	0,0863	0,0899	0,42	0,20	0,3910	0,9310
0,95	-1,64	0,1040	0,1094	0,41	0,23	0,3885	0,9476
0,94	-1,55	0,1200	0,1276	0,40	0,25	0,3867	0,9667
0,93	-1,48	0,1334	0,1434	0,39	0,28	0,3836	0,9836
0,92	-1,41	0,1476	0,1604	0,38	0,31	0,3802	1,0005
0,91	-1,34	0,1626	0,1787	0,37	0,33	0,3778	1,0210
0,90	-1,28	0,1759	0,1954	0,36	0,36	0,3739	1,0386
0,89	-1,23	0,1872	0,2103	0,35	0,35	0,3697	1,0563
0,88	-1,18	0,1989	0,2260	0,34	0,41	0,3668	1,0788
0,87	-1,13	0,2107	0,2422	0,33	0,44	0,3621	1,0973
0,86	-1,08	0,2227	0,2560	0,32	0,47	0,3572	1,1163
0,85	-1,04	0,2323	0,2732	0,31	0,50	0,3521	1,1358
0,84	-0,99	0,2444	0,2910	0,30	0,52	0,3485	1,1617
0,83	-0,95	0,2541	0,3061	0,29	0,55	0,3429	1,1824
0,82	-0,92	0,2613	0,3187	0,28	0,58	0,3372	1,2043
0,81	-0,88	0,2709	0,3344	0,27	0,61	0,3312	1,2267
0,80	-0,84	0,2803	0,3504	0,26	0,64	0,3251	1,2504
0,78	-0,77	0,2966	0,3803	0,25	0,67	0,3187	1,2748
0,76	-0,71	0,3101	0,4080	0,24	0,71	0,3101	1,2921
0,74	-0,64	0,3251	0,4393	0,23	0,74	0,3034	1,3151
0,72	-0,58	0,3372	0,4683	0,22	0,77	0,2956	1,3462
0,71	-0,55	0,3429	0,4830	0,21	0,81	0,2674	1,3686
0,70	-0,52	0,3485	0,4970	0,20	0,84	0,2803	1,4015
0,69	-0,50	0,3521	0,5103	0,19	0,88	0,2709	1,4258
0,68	-0,47	0,3572	0,5253	0,18	0,92	0,2613	1,4516
0,67	-0,44	0,3621	0,5404	0,17	0,95	0,2541	1,4947
0,66	-0,41	0,3668	0,5558	0,16	0,99	0,2444	1,5275
0,65	-0,39	0,3697	0,5686	0,15	1,04	0,2323	1,5486
0,64	-0,36	0,3739	0,5642	0,14	1,08	0,2227	1,5907
0,63	-0,33	0,3778	0,5996	0,13	1,13	0,2107	1,6208
0,62	-0,31	0,3602	0,6132	0,12	1,18	0,1989	1,6575
0,61	-0,28	0,3836	0,6288	0,11	1,23	0,1872	1,7018
0,60	-0,25	0,3667	0,6445	0,10	1,28	0,1759	1,7590
0,59	-0,23	0,3865	0,6585	0,09	1,34	0,1626	1,8060
0,58	-0,20	0,3910	0,6741	0,08	1,41	0,1476	1,8450
0,57	-0,18	0,3925	0,6885	0,07	1,48	0,1334	1,9050
0,56	-0,15	0,3945	0,7045	0,06	1,55	0,1200	2,0000
0,55	-0,13	0,3956	0,7193	0,05	1,64	0,1040	2,0800
0,54	-0,10	0,3970	0,7352	0,04	1,75	0,0863	2,1575
0,53	-0,08	0,3977	0,7504	0,03	1,88	0,0681	2,2700

0,52	-0,05	0,3984	0,7662	0,02	2,05	0,0488	2,4400
0,51	-0,03	0,3988	0,7819	0,01	2,34	0,0264	2,6400

ПРИЛОЖЕНИЕ Е



Хромосомный набор свиньи *Sus scrofa* (♂)



Хромосомный набор крупного рогатого скота *Bos taurus* (♀)

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Материалы для заданий по биометрическому анализу

№	Дочери быков	Удой за первую лактацию		Содержание жира, %	
		дочь	мать	дочь	мать
1	2	3	4	5	6
Бык Сударь 62 ЯЯ 4972					
1.	Ваниль	3297	3655	4,21	4,29
2.	Вишенка	3638	3635	4,41	4,31
3.	Валента	3929	2505	4,71	5,38
4.	Блудливая	3986	3250	4,23	4,13
5.	Барвина	4301	3083	4,25	4,20
6.	Боярка	4922	3675	4,54	4,67
7.	Бунтарка	4728	4467	4,10	3,90
8.	Виша	4139	3758	4,29	4,47
9.	Вставка	3612	3647	4,57	4,58
10.	Вайда	4114	4111	4,19	4,57
11.	Вакса	3664	3948	4,32	4,27

12.	Валентная	4261	5560	4,48	4,10
13.	Варга	3678	2988	4,83	4,41
14.	Белужина	4239	4433	4,21	4,22
15.	Богатырка	3242	3766	4,59	4,41
16.	Белесая	3606	3548	4,65	3,94
17.	Береза	3386	4427	4,24	4,40
18.	Безобидная	4201	4659	3,99	4,03
19.	Бурка	4427	4427	4,13	4,40
20.	Брусника	5181	5181	3,88	4,42
Бык Зной 495 ЯЯ 5325					
1.	Жау	3814	3452	4,56	4,82
2.	Жалость	4210	4129	5,36	4,89
3.	Жень-шень	3741	4436	4,21	4,76
4.	Жадирня	3508	3223	4,01	5,15
5.	Жаира	4433	3986	4,35	4,23
6.	Дея	2963	3534	4,55	4,76
7.	Дельвина	5675	3948	4,49	4,27
8.	Драча	3399	5655	5,64	4,61
9.	Дубася	4884	3286	4,43	4,83
10.	Дуба	3316	4726	4,17	4,19

№	Дочери бы- ков	Удой за первую лактацию		Содержание жира, %	
		дочь	мать	дочь	мать
1	2	3	4	5	6
11.	Дунайка	4824	4379	4,10	4,08
12.	Динга	3879	3526	4,93	4,30
13.	Двузубка	3048	3982	4,60	4,76
14.	Дрома	3720	3519	5,01	4,71
15.	Жабинка	2737	3002	5,08	5,26
16.	Желудевка	4784	4265	4,46	4,33
17.	Жданка	3549	3117	4,48	4,96
18.	Жердина	3540	2850	4,64	5,69
19.	Жатоха	5064	4028	4,36	5,11
20.	Жемгала	3484	3500	4,38	4,63
Бык Маяк 900 ЯЯ 5121					
1.	Галка	3171	3561	4,22	4,47

2.	Галерка	4579	3604	4,12	4,74
3.	Галера	4502	5786	3,90	4,15
4.	Гильза	4640	3707	4,47	4,09
5.	Гитя	4239	3416	4,48	4,80
6.	Вика	4252	4056	4,66	4,58
7.	Воструха	4113	5060	4,85	4,96
8.	Вежа	4405	3658	4,33	4,64
9.	Вирша	4847	3489	4,49	4,33
10.	Вироза	4832	4097	4,01	4,62
11.	Версия	4265	3860	4,33	4,09
12.	Вохма	4788	4275	4,74	4,65
13.	Выплавка	4947	2324	4,51	4,12
14.	Градина	5059	2328	4,33	4,12
15.	Гулена	5137	2618	4,83	4,56
16.	Горенка	4012	3978	4,19	4,00
17.	Голосиха	3624	4865	4,49	4,31
18.	Грязная	5302	2764	4,38	4,46

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**РУЗАНОВА НИНА ГЕРАСИМОВНА
СОЛОВЬЕВА ОЛЬГА ИГНАТЬЕВНА
КУРСКАЯ ЮЛИЯ АЛЕКСЕЕВНА**

**ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА ЖИВОТНЫХ
УЧЕБНО - ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ
ПЕЧАТНЫХ ЛИСТОВ 5.25**

**БИБЛИОТЕЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС
ФГБОУ ВО «СМОЛЕНСКАЯ ГСХА»,
214000, СМОЛЕНСК, УЛ.Б. СОВЕТСКАЯ, 10/2**